

## BETONIELEMENTTIEN TOIMITUSKETJUN LAADUN KEHITTÄMINEN LUJABETONI OY:LLE

Ontelolaattojen varastointi ja betonielementtien kuljetus

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Jarkko Ahtiainen	
Työn nimi Betonielementtien toimitusketjun laadun kehittäminen Lujabetoni Oy:lle. Ontelolaattojen varastointi ja betonielementtien kuljetus	
Päiväys 13.9.2024	Sivumäärä/Liitteet 52/6
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Lujabetoni Oy, Siilinjärvi	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko Siilinjärven Lujabetonin elementtitehtaan ontelolaattojen varastoinnissa ja elementtien toimitusketjussa merkittäviä ongelmakohtia, sekä pyrkiä kehitysideoiden kautta optimoimaan niitä. Elementtien varastointi rajattiin ennalta yhteen tuoteryhmään, ontelolaattoihin, joiden varastokapasiteetin tarve tehtaalla on muita tuoteryhmiä suurempi. Toimitusketjun ongelmakohtia tutkittiin joka päiväisen varastoinnin, lastauksen ja kuljetuksen, sekä pidempään jatkuvien asiakassuhteiden näkökulmista. Yksityishenkilöt rajattiin työn ulkopuolelle.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista lähestymistapaa, eli työ oli laatua tarkasteleva. Tutkimusaineisto kerättiin neljässä osassa: Webropol-verkkokyselyt, kenttätutkimus, puolistrukturoidut haastattelut, sekä Lujabetonin oman toimintajärjestelmän rekisteri (TJR), josta pääsi keräämään tietoa ulkoisista reklamaatioista ja asiakaspalautteista sekä tehtaan sisäisiä palautteista. Tutkimukseen osallistui Lujabetonin pitkäaikaisia yhteistyökumppaneita ja heidän työntekijöitään sekä elementtitalausten kautta tekemisissä olleita asiakkaita. Tutkimusanalyysissä hyödynnettiin laajasti Microsoftin Excel-taulukkolaskentaohjelmaa, jonka avulla tutkimustulokset tiivistettiin helppolukuisiksi kaavioiksi ja taulukoiksi.</p> <p>Moniosaisen tutkimuksen tuloksena, opinnäytetyössä saatiin selville betonielementtien toimitusketjun useita ”heikkoja lenkkejä”, sekä ontelolaattojen varastoinnin ongelmakohtia. Jatkotutkimusta ja toiminnan kehittämistä voitaisiin kohdentaa tutkimuksesta saatuihin ongelmakohtiin. Ongelmakohtien poistamiseen tarvittavien toimenpiteiden laajuuden todettiin vaihtelevan pienistä korjausliikkeistä, aina isoihin ja pitkäjänteisiin investointeihin asti. Toimitusketjun ja varastoinnin haasteiden korjaamiseen tarvittaisiin yhteinen tahtotila jokaiselta toimijalta, jotta toimitusketju olisi vahva ja yhtenäinen.</p>	
Avainsanat Elementtivarasto, betonielementti, ontelolaatta, betoni, betonielementtien kuljetus, toimitusketju	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	4
2	BETONIELEMENTTIEN KULJETUS JA VARASTOINTI.....	5
2.1	Betonielementtien kuljetus .....	5
2.2	Ontelolaatta yleisesti .....	7
2.3	Ontelolaattojen varastointi.....	9
2.4	Turvallinen työskentely työmaa- ja tehdasympäristössä.....	12
3	LAADUKKAITA ELEMENTTITOIMITUKSIA.....	15
3.1	Hyvän palvelun laatu.....	15
3.2	Laadukas ja toimiva toimitusketju .....	16
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN .....	18
4.1	Eettisyys.....	18
4.2	Tutkimusmenetelmät.....	18
4.3	Kyselylomakkeet .....	19
4.4	Kenttätutkimus, "Case: Rekan matkassa" .....	20
5	TUTKIMUSANALYYSIT.....	23
5.1	Elementtien tilaajat .....	23
5.2	Pihaurakoitsija .....	25
5.3	Kuljetusliikkeet.....	26
5.4	LB toimintajärjestelmän rekisterit.....	26
6	ONGELMAKOHDAT JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	29
6.1	Elementtien toimitusketjun ongelmakohdat .....	30
6.2	Elementtien toimitusketjun kehitysehdotukset.....	32
6.3	Ontelolaattojen varastoinnin ongelmakohdat .....	35
6.4	Ontelolaattojen varastoinnin kehitysehdotukset .....	36
7	POHDINTA.....	40
	LIITE 1: VERKKOKYSELYLOMAKE TYÖMAILLE.....	45
	LIITE 2: VERKKOKYSELYLOMAKE KULJETUSLIIKKEILLE.....	46
	LIITE 3: VERKKOKYSELYLOMAKE PIHAURAKOITSIJALLE .....	48
	LIITE 4: ANALYYSITÄULUKKO TYÖMAAT LUOTTAMUKSELLINEN .....	50
	LIITE 5: ANALYYSITÄULUKKO PIHAURAKOITSIJA LUOTTAMUKSELLINEN .....	51
	LIITE 6 ANALYYSITÄULUKKO TJR PALAUTTEET JA REKLAMAATIOT LUOTTAMUKSELLINEN.....	52

# 1 JOHDANTO

Betoni on maailman käytetyin rakennusmateriaali. Kaikki rakennustyypit huomioiden, Suomessa betoni hallitsee noin 50 % markkinaosuutta rakennusten runkomateriaalina ja pelkkien kerrostalojen betonisen runkomateriaalin osuus Suomessa on noin 95 % (Forecon 2017). Betonirunko on usein valtaosin tehty betonielementeistä, jotka valmistetaan elementtitehtailla. Näin ollen betonielementtirakentamisen on isossa roolissa Suomen rakentamisen kokonaiskuvaa katsoessa. Suomessa betonielementtejä on valmistettu ja toimitettu rakennustyömaille jo vuosikymmenien ajan ja elementtirakentamisen suosio vain jatkaa kasvuaan. Lujabetoni Oy, jolle opinnäytetyötä teen, on toiminut betonielementtituotannon yhtenä Suomen suurimpana toimijana jo vuodesta 1953. Opinnäytetyön tilaajana on Lujabetoni Oy:n Siilinjärven yksikkö, joka toimii Lujabetonin päätoimipisteenä, täältä Lujayhtiöt ovat saaneet myös alkunsa. (Luja historia, julkaisuaika tuntematon.)

Betonielementtien varastointitavat, kuljetuskalustot, sekä toimintatavat tehdasympäristössä ja työmailla kehittyvät jatkuvasti. Varastoinnin, lastauksen ja kuljetuksen tulisi olla optimoitu siten, että se olisi jatkuvasti kustannustehokasta, turvallista ja laadukasta.

Opinnäytetyön pääasiallisena tavoitteena on selvittää, onko Lujabetonin Siilinjärven yksikössä kehitettävää näiden edellä mainittujen asioiden osalta ja kuinka toimitusketjua voidaan tulevaisuudessa tehostaa. Tavoitteeseen pääsemiseksi, tutkimuksesta tulisi saada merkittävä määrä puolueettomia ja luotettavia vastauksia tutkimuskysymyksiin, joiden pohjalta tuloksia voidaan analysoida. Tutkimuksessa selvitän kokemuksia vastaan tulleista haasteista tahoilta, jotka ovat osallisena betonielementtien varastointi- ja toimitusketjussa. Näihin lukeutuvat Lujabetonin henkilökunta, tehtaan ulkoistettu lastaus- ja varastointipalvelu, elementtikuljetuksien kuljettajat, sekä betonielementtien tilaajat. Toimitusketjun ja varastoinnin ongelmakohtia ja haasteista selvitän haastatteluiden, verkkokyselyiden, kenttätutkimuksen ja Lujabetonin toimintajärjestelmän rekisterin avulla. Tutkimustuloksien pohjalta pyrin antamaan kehitysehdotuksia, joiden avulla Lujabetoni voisi tulevaisuudessa kehittää elementtivarastoinnin tehokkuutta ja laatua, sekä viedä jo laadukkaita elementtitoimituksia vielä askeleen parempaan suuntaan.

Betonielementtien toimitusketjun laadun kehittämisen osalta, on tavoite saada aikaiseksi kattava analyysi toimitusketjun ongelmakohdista, joihin Lujabetoni voi tulevaisuudessa tarttua ja kehittää tehtaan toimintaa. Ontelolaattojen varastointiin liittyvä tutkimustyön tavoite on saada tehostettua varastointi ja lastaus käytäntöjä sekä helpottaa ja nopeuttaa varastoinnin ja lastauksen joka päiväistä työskentelyä.

Opinnäytetyö on rajattu työn tilaajan pyynnöstä tehtaan varastoinnin laaduntutkimisen ja ongelmakohtien kartoittamisen osalta yhteen tuoteryhmään, eli ontelolaattoihin ja kyseisen tuotteen varastoinnin optimoimiseen. Ontelolaatat on tuote, joka tarvitsee tehtaan varastoalueesta suhteessa muihin yksittäisiin tuotteisiin suurimman varastokapasiteetin, ja näin ollen rajalliset varastokentät aiheuttavat haasteita. Kuljetuslaadun kehittäminen koskee toimijoita tehtaan ulkoistettu lastaus- ja varastointipalvelu, liikennöitsijöitä, sekä betonielementtejä tilaavia yrityksiä, yksityishenkilöt on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

## 2 BETONIELEMENTTIEN KULJETUS JA VARASTOINTI

Lujabetonin Siilinjärven elementtitehtaalta toimitetaan keskimäärin vuosittain 50 000 tonnia betonielementtejä asiakkaille, joka on yli 1 700 rekkakuormallista. Edellä mainittuihin määriin ei lukeudu maatalouden vakiotuotteet ja ratapölkyt sekä valmisbetoni. (Lujabetonin tietokanta.) Näin ollen betonielementtien kuljetus sekä varastointi ovat molemmat hyvin suuressa roolissa Siilinjärven Lujabetonin jokapäiväistä työtä. Tehtaan laajan valikoiman päätuotteet ovat: Lujabeam-runkojärjestelmä, pilarit/palkit, ontelolaatat, TT/HTT-laatat, julkisivut, hissikuiluelementit, Luja-rappausjärjestelmä, ritiläpalkit, laakasiiilot, lietesäiliö, tuotantorakennukset, valmisbetoni ja ratapölkkyt. (Lujabetoni, julkaisuaika tuntematon.)

Betonielementtien varastoinnin sekä toimituksen vaiheissa on paljon samankaltaisia työvaiheita, ja nämä työvaiheet ovat osana varastoinnin ja kuljetuksen laatutekijöitä. Onnistuneen varastointi- ja kuljetusprosessin tekijöitä, joista laatu koostuu ovat:

- turvallinen työskentely jokaisen työvaiheen aikana
- elementtien laadun säilyttäminen varastointi ja siirto vaiheessa
- varastoinnin nopeus
- tehokas varastotilojen käyttö
- kuormien ajallisesti tehokas lastattavuus
- informaation kulku
- poikkeuksista tiedottaminen
- aikatauluissa pysyminen
- kuormien kustannustehokkuus
- kuormien ja reittien optimointi
- reagointikyky muuttuviin tilanteisiin.

Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi yleisiä asioita betonielementtien kuljetukseen liittyen, ja lisäksi käsitellään yleistä tietoa ontelolaatoista, työturvallisuudesta sekä ontelolaattojen varastoinnista johonka opinnäytetyö on rajattu.

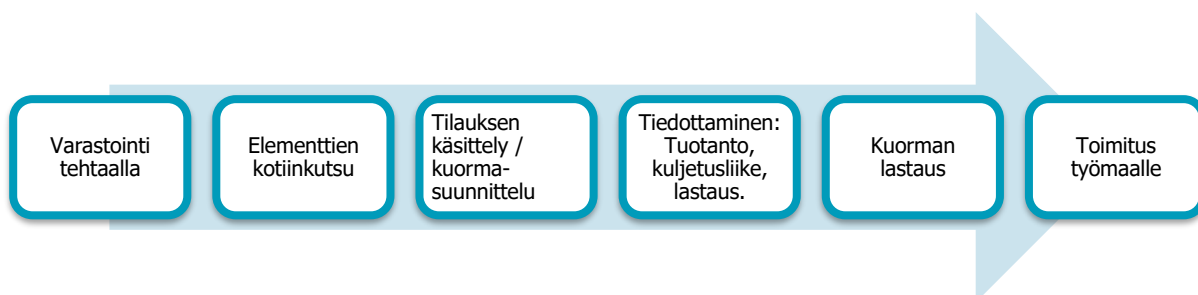
### 2.1 Betonielementtien kuljetus

Betonielementtien kuljetuksista puhuttaessa kyseessä on maantiekuljetus, jossa on lähes aina kyse erikoiskuljetuksesta. Betonielementit kuljetetaan työmaille erilaisilla yhdistelmäajoneuvoilla, joka koostuu vetoautosta ja perävaunuista / perävaunuista. Elementtien kuljetukseen soveltuvia yhdistelmäajoneuvoja ovat muun muassa puoliperävaunuyhdistelmä, täysiperävaunuyhdistelmä tai vetoauton ja kahden puoliperävaunun yhdistelmä (B-linkki). Edellä mainituista yhdistelmistä puoliperävaunuyhdistelmä on yleisin betonielementtien kuljetuskalusto. (Logistiikanmaailma 2023.)

Betonielementtien kuljetukseen on valmistettu erikoisvarusteltuja perävaunuja, kuten suorita- tai pokkattuja puoliperävaunuja, seinäelementtien kuljetukseen tarkoitettuja syväkuormausperävaunuja eli allasvaunuja / allaskärryjä. Allasvaunuissa on erikoisominaisuuksia, jonka vuoksi ne sopivat betonielementtiseinien kuljetukseen, ja näitä ovat Vaihdeettavat irtopohjat, matala lastauskorkeus, altaan

korkeat seinämät jotka suojaavat elementtejä likaantumiselta, kulkutasot taakan irrottamiseen ja kiinnittämiseen, sekä hydraulipuristimet kuorman kiinnittämistä varten. Myös suoriin ja pokattuuihin puoliperävaunuihin on saatavilla lisävarusteina seinämäisten betonielementtien kampapukkeja (tolp-pukkeja) ja A-pukkeja. Muita kuljetuksen ja kuorman purkamisen helpottavia ja turvallisuutta lisääviä lisävarusteita ovat erilaiset tasopukit, perävaunuihin kiinnitettävät putoamissuojaustelineet tai erilliset putoamissuojausasemat sekä elementtien purkutelineet.

Omaakohtaiseen alaan liittyvän työkokemukseni pohjalta, pystyn avaamaan betonielementtien tuotannon jälkeisen toimitusketjun kuvan 1 mukaisesti: Elementtien tilaaja tekee elementtien kotiinkutsum, eli tilaa tuotteet varastosta puitesopimusten mukaisesti sovittuun toimituspaikkaan. Elementtitoimituksen vastaanottaja eli elementtitehtaan kuljetussuunnittelija / kuljetusjärjestelijä suunnittelee elementtikuormat, pyrkien mukailemaan mahdollisimman paljon tilaajan toiveita elementtien asennusjärjestyksestä, ja sopii toimitukseen liittyvistä yksityiskohdista elementtien tilaajan kanssa. Rajoittavia tekijöitä kuormasuunnittelussa elementtien painot ja dimensiot, kuorman painopisteet (mahdollisimman matala massakeskipiste), ajoneuvoyhdistelmän akselipainot sekä kuljetuskalusto. Valmiit kuormasuunnitelmat toimitetaan tehtaan elementtilastajille, jonka jälkeen lastaaja nostaa / siirtää kuljetettavat tuotteet autoon, joko toimeksiantajan ohjeiden mukaisesti tai tavarankuljettajan lastausohjeiden mukaisesti. Tämän jälkeen elementtikuorma on valmiina toimitettavaksi työmaalle.

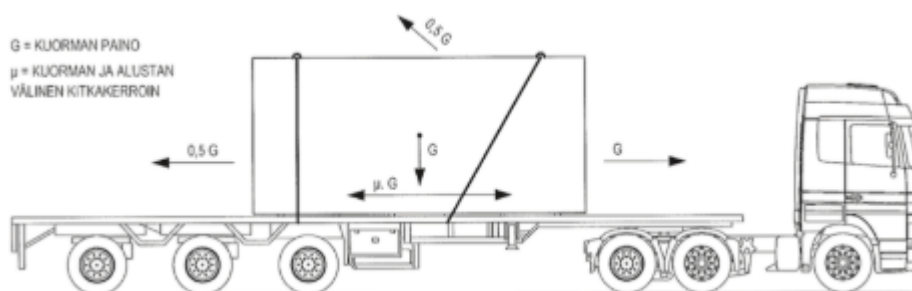


KUVA 1. Tuotannon jälkeisen toimitusketjun vaiheet

Elementtitoimituksia määrittävät myös erilaiset sopimus- ja vastuuasiat. Elementtien lähettäjällä on vastuu, että elementtikuorman lastauspaikka on tasainen, kuljetuskalustolle sopiva ja siellä on turvallista työskennellä. Kuljettajan vastuulla taas on varmistaa, että kuorma on tuettu ja kiinnitetty siten, että se ei pääse kaatumaan, siirtymään tai putoamaan, noudattaen standardia SFS-EN 12195-1 Maantieajoneuvojen kuormanvarmistus. Maantiekuljetuksissa kuljettaja vastaa aina ajoneuvosta, kuormasta ja kuorman sidonnasta. Kuorman sidonnan riittävyys määrittää kuorman paino, sekä kuorman ja alustan välinen kitkakerroin. Betonielementtien tulee olla sidottu eteenpäin vähintään kuorman painoisella suuruudella voimalla, ja taakse päin sekä sivuille vähintään 50 % kuorman painosta, ottaen huomioon kitkakertoimet. (Kuva 2.)

Kuorman sidonnassa tulee ottaa huomioon sitä koskevia yleisvaatimuksia, kuten että sidontavälineet tulee aina olla hyväksytyjä ja tarkastettuja, sekä ehjiä. Kuormaan sidottuna sidontavälineet ne tulee olla kiristetty kunnolla, eikä yksittäisen kiinnittimen / siteen irtoaminen, löystyminen tai hajoaminen saa heikentää muuta kuorman sidontaa. Sidontavälineiden kiristyslaitteet tulee sijoittaa siten, että ne eivät lisää ajoneuvoyhdistelmän leveyttä. Sidontaliinojen ja elementtien terävien reunojen väliin

on laitettava kulmasuojat, jotta liinat eivät vaurioidu, kuin myös sidontaketjuilla sidottaessa ketjun ja elementin kiristyskohdassa tulee aina käyttää kulmasuojia (Betonikeskus ry 2008, 3).



KUVA 2. Kuorman sidonnan yleisperiaate, (Pakkanen 2022, 15)

Jotta toimitusketjun vastuut saadaan jaettua, niille määritetään toimitusehdot. Betonielementtien toimitusehdoissa käytetään yleisesti Finnterms-kokoelman toimituslauseketta DDU (Delivered Duty Unpaid), eli myyjä toimittaa tavarán ostajalle vapaasti ajoneuvossa nimettyyn toimituspaikkaan. Incoterms DAP-toimituslauseke (Delivered At Place) on Finnterms DDU-toimituslauseketta vastaava, mutta kansainvälinen toimitustapa. Näiden sopimusehtojen myötä myyjän vastuulla on tavarán toimitus ostajan nimeämään paikkaan, ja vastuu tavarán purkamisesta on ostajalla. Betoniteollisuus RY:n työturvallisuusryhmä on tullut 9.10.2017 pidetyssä kokouksessa siihen päätelmään, ettei muut toimituslausekkeet ole kelvollisia betonielementtien toimituksessa. (Pakkanen 2022, 14.)

## 2.2 Ontelolaatta yleisesti

Ontelolaatat ovat yksi Suomen yleisimmistä rakennuselementeistä, ja ovat osana vuosina 1968–1970 kehitettyä avointa elementtijärjestelmää, betonielementtistandardia eli BES- järjestelmää (Elementtisuunnittelu 2020). Ontelolaatat ovat esijännitetyjä betonielementtejä, joita käytetään betonirunkorakentamisessa, ala-, väli- ja yläpohjissa. Jännitetyissä ontelolaatoissa esijännitetyt punosteräksset kulkevat yleensä laatan alapinnassa, mutta ulokelaattoja valmistaessa käytetään myös yläpinnassa kulkevia punoksia. Punosteräksien tehtävä on ottaa vastaan ontelolaatan kuormista aiheutuvat vetojännitykset ja siirtää ne laatan betonin puristusjännityksiksi. (Aholakko 2021, 6)

Ontelolaattojen käyttökohteita ovat asuinrakennukset, liikerakennukset ja teollisuusrakennukset. Ontelolaatat käyttökohteeseen määräytyy pääsääntöisesti kantavuuden mukaan, mutta asuinrakennuksia suunniteltaessa tulee huomioon ottaa myös äänieristys. Pienimmän kantavuuden omaavat ontelolaattatyypit O15 ja O20 soveltuvat parhaiten pientalokohteisiin, kun taas laattatyypit O27, O32 ja O37 rivi- ja kerrostalo rakentamiseen. Toimisto- ja liikerakennuksissa käytetään yleisesti ontelolaattatyyppejä O32 ja O40, ja teollisuus-, sekä varastorakennuksissa pitkien jänneväliden omaavia O40- ja O50 laattoja. Ontelolaatat suunnitellaan Eurooppalaisen tuotestandardin SFS-EN 1168 mukaisesti ja valmistuksessa käytetään valmistustoleransseja Betoniteollisuus ry:n julkaisun: *Betonielementtien toleranssit 2011* mukaisesti. Ontelolaattoja on painonsa puolesta kevennetty laatan pitkittäisessä suunnassa kulkevilla onteloilla, pois lukien kololaattojen eli kylpyhuonelaattojen kolojen kohdat.

Ontelolaatat valmistetaan teräksisissä valumuoteilla, liukuvaluna joka tiivistetään, sekä muotoillaan valukoneella. Betonimassan tulee olla jäykkää, lujuudeltaan C40/50—C70/85. Jäykän betonimassa ansiosta ontelolaatat säilyttävät piakkoin valun jälkeen muotonsa ja tämä mahdollistaa laattojen nopean muottikierron. (Elementtisuunnittelu 2023.)

Ontelolaattojen tuotanto on niin sanotusti imuohjautuvaa, eli jokainen laatta suunnitellaan ja valmistetaan aina omana uniikkina tuotteena. Betonielementtitehtaat valmistavat omista tuotanto-fasilitteistaan riippuen ontelolaattoja 150–500 mm paksuina. 500 mm paksulla ontelolaatalla pystytään saavuttamaan jopa 20 metrin jännevälin omaavia laattoja. Tehdasvakioitu leveys ontelolaatoille on 1200 mm (12M), mutta niitä voidaan myös kaventaa suunnitelmien mukaisesti. Jokaiselle ontelolaatatyyppille on määritetty pienin ja suurin sallittu kavennus leveys. Kavennus tapahtuu ontelokolojen etureunasta, ja kavennus tapahtuu ennalta määritettyjen toleranssien mukaisesti. Ontelolaatat voidaan myös kaventaa osittain, johon löytyy erillinen ohjeistus julkaisusta: *Betoniteollisuus Ry 2012, ontelolaataston suunnitteluohje*. (Elementtisuunnittelu 2023.)

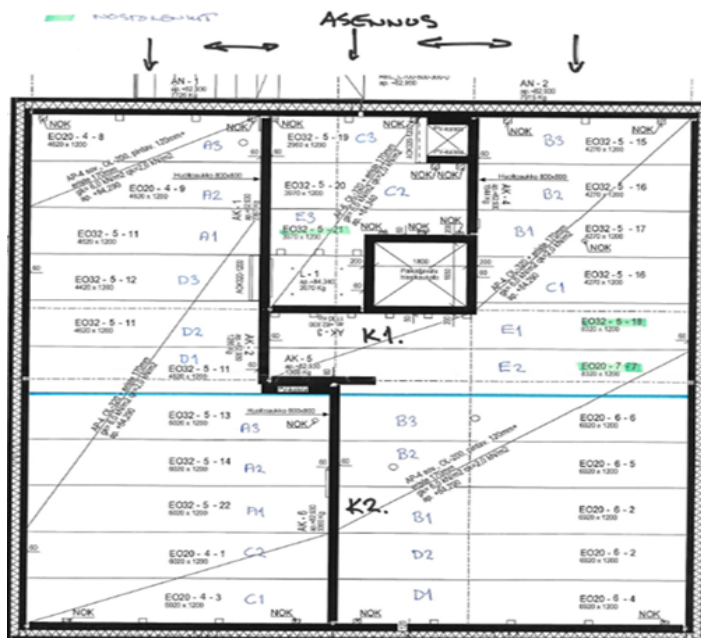
Ontelolaattojen suunnittelu koostuu kolmesta eri suunnitteluvaiheesta: arkkitehtisuunnittelu, rakennesuunnittelu sekä ontelolaataston punossuunnittelu. Rakennesuunnittelusta vastaa päärakennesuunnittelija, kun taas punossuunnittelusta vastaa elementtitehtaan määrittämä punossuunnittelija. Ontelolaatat suunnittelussa käytetään Eurooppalaista standardia SFS-EN 1168, joka käsittelee Eurokoodien (Euronormien) SFS-EN-1992-1-1 ja SFS-EN-1992-1-2 vaatimuksia, toiminnallisia peruskriteerejä ja esittää laatoille määritetyt vähimmäisarvot, joiden myötä laatoille saadaan normien mukainen CE-merkintäoikeus. Arkkitehti tekee huoneistopohjien ehdotussuunnitelman, jossa huomioidaan ontelolaattojen kantosuunnat, sekä hormien sijoitus ja niiden suunnat. Rakennesuunnittelija määrittää ontelolaatoille dimensiot, kuormitukset, varaukset, reiät, tuennat ja sauma- ja rengasraudoitteet. Elementtitehdas ja punossuunnittelija tarvitsee lähtötietoina tasopiirustukset, mittapiirustukset, elementtiluettelon sekä lisätiedot mahdollisista palkkien päälle tuettavista laatoista. Punossuunnittelijalle toimitettavissa tasopiirustuksissa tulee käydä ilmi seuraavat asiat: Kohteen tiedot, ontelolaattojen tunnuksat, tukipituudet, reiät, varaukset, kuorma- ja seuraamusluokat eurokoodien mukaisesti, muut pysyvät- ja hyötykuormat, palonkestovaatimukset, rasitusluokat, sekä suunniteltukäyttöikä. Mittapiirustuksista eli lappukuvista tulee käydä ilmi kohteen tiedot, ontelolaattojen tunnuksat ja lukumäärät, paloluokka, dimensiot, poikkileikkauskuva, reiät, syvennykset, tartunnat ja mahdolliset eristeet. Elementtiluettelo on lista, jossa esitetään kohteen tiedot, ontelolaattojen tunnuksat ja lukumäärät, dimensiot ja mahdolliset eristeet ja niiden paksuudet. (Elementtisuunnittelu 2023.)

Punossuunnittelija suunnittelee ontelolaatoista tasopiirustukseen kuormanjakokaavion eli jakaa ontelolaatat kuormiin (kuva 3). Tasopiirustuksen tulee olla punostiedoilla varustettu, ja kuormat numeeroidaan juoksevilla numeroinnilla K1 (kuorma 1), K2 jne. Lisäksi suunnittelija merkkää kuormakaavioon nipputunnuksat (A1, A2, B1 jne.), tilaajan määrittämät asennussuunnat, nostolenkkien paikat sekä mahdolliset työmaalla tehtävät lempipaukset eli laattojen siirrot, joita ei kuormasta saada suoraan asennettua paikoilleen, vaan ne joudutaan käyttämään välivarastoinnin kautta.



Tasopiirustuksesta käy myös ilmi asennusaikaiset tuennat, laattojen nostokannakset sekä syvien valutulppien sijainnit.

Esimerkki kuormakaavioon merkatusta ontelolaatasta: K1 B3 EO32 – 5 – 15. = Kuormanumero 1. nipputunnus, nipun B kolmas laatta alhaalta ylöspäin laskettuna, alapinnasta eristetty ontelolaatta, joka on 320 mm korkea – viisi alapunosta – laattatunnus. (Lujabetoni 2021, 2-4)



KUVA 3. Ontelolaataston kuormakaavio, (Lujabetonin tietokanta)

### 2.3 Ontelolaattojen varastointi

Kun kaikilla osapuolilla on yhtenäinen näkemys kuormakaavion mukaisista ontelolaattakuormista, niin tuotanto ja varastointi vaiheet voivat edetä. Ontelolaatat järjestellään tuotantohallissa asennusjärjestyksen mukaisiin nippuihin, jonka jälkeen niput siirretään ulos niille tarkoitetulla ulosvetoradalla siirtovaunuilla. Lyhyet, kavennetut ja reiälliset elementit varastoidaan aina laattanippujen päällimmäisiksi. Pidempää ontelolaattaa ei saa varastoida lyhyemmän päälle, ja tämä voi vaikuttaa tilaajan toivomaan asennusjärjestyksen pitävyyteen, ja aiheuttaa lemppeauksia eli työmaan välivarastointeja. Tuotantohallista lähtevien ontelolaattojen tulee olla viimeistelyjä, tunnuskortti, sekä tarkastuskortti kuitattuina, jotta ne ovat valmiita varastoitavaksi. Kuittaamattomia elementtejä ei saa varastoida. Ontelolaatta nipuille tulee olla tehdasalueella ennalta määritetyt varastopaikat. Elementit kirjataan varastopaikoille elementtitehtaan sähköiseen järjestelmään, kun on varastointi on tehty.

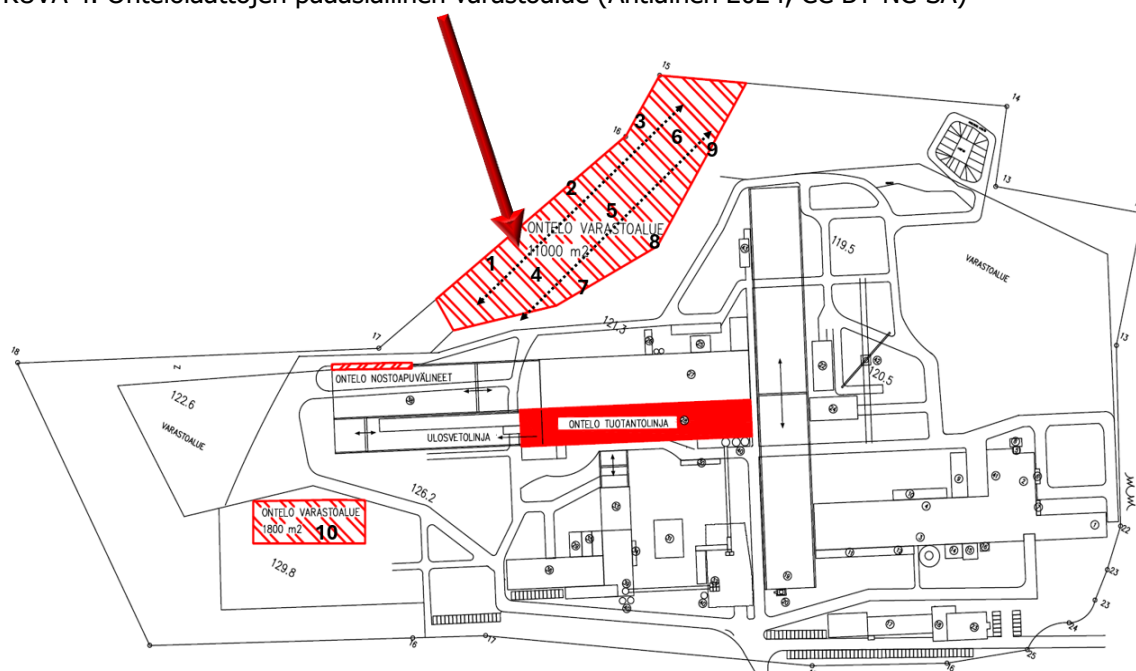
Varastoinnissa on otettava huomioon, että varaston alusta on tasainen, vakaa ja kantava, lisäksi huomioon otettavaa on routimisesta ja sulamisesta johtuvia maaperän muutokset. Yleisimmin ontelolaatat varastoidaan nipuittain maapohjalle kuormajalkojen ja varastopankkojen tai aluspuiden päälle. Elementit tulee varastoida siten, ettei ontelolaattanipuilla ole vaaraa kaatua tai laattojen mahdollista lähteä liukumaan. Aluspuiden ja varastopankkojen tulee olla ehjiä, puhtaita irtoliasta sekä jäästä ja lumesta. Elementtien tulee säilyttää standardien mukaiset laatuvaatimukset, joiden mukaan ne ovat valmistettu, myös varastointiprosessin aikana. Tuotteisiin ei saa syntyä vaurioita,

halkeamia tai muita pysyviä muodonmuutoksia. Varastoidessa ontelolaattoja aluspuiden päälle, tulee aluspuun olla 300–700 mm etäisyydellä laatan päästä mitattuna, molemmissa päissä laattaa / laattanippua. Nippujen välipuut tulee olla samassa pystysuorassa linjassa aluspuiden kanssa. Ontelolaattoja ei saa tukea keskeltä. Laattoja nostaessa trukilla tulee kiinnittää erityistä huomiota ontelonipun alimman laatan nostopisteisiin. Noston tulee tapahtua alimpien aluspuiden mahdollisimman vierestä. (Lujabetoni 2022, 3–4.)

Ontelolaattojen varastoinnin isoimmat haasteet ovat niiden suuri koko, jonka vuoksi laatat vievät ison osan tehtaan varastokapasiteetista, sekä laattojen siirtäminen, joka on aikaa vievää ja vaatii suuria koneita laitteita niiden käsittelyä varten. Siilinjärven Lujabetonin tehdasalueella ontelolaattojen varastointi tapahtuu siten, että ontelolaatat ajetaan ulos tuotantotehtaan ulosvetolinjalta vauunuilla, josta ne siirretään raskaalla ontelolaattojen siirtämiseen tarkoitetulla trukilla varastopaikoille. (Kuva 4.)



KUVA 4. Ontelolaattojen pääasiallinen varastoalue (Ahtiainen 2024, CC BY-NC-SA)



KUVA 5. Kuvaleike AutoCAD®-suunnitteluohjelmasta: Ontelolaattojen varastointialue tehdaskartalla (Ahtiainen 2024, CC BY-NC-SA)

Ontelolaatat varastoidaan varastokentälle aluspuiden päälle, niille merkityille varastopaikoille, ja varastopaikat kirjataan tehtaan sähköiseen elementti-järjestelmään KymppiPRO-sovelluksen avulla.

Tehdasalue on laaja, noin kahdenkymmenen hehtaarin laajuinen, josta ontelolaattojen varastointialuetta tehtaalla on yhteensä noin 13 000 m<sup>2</sup>, josta 11 000 m<sup>2</sup> varastoalue on ensisijainen varasto ja pienempi noin 1 800 m<sup>2</sup> varastoalue tarkoitettu pidemmille laatoille (yli 10 m pitkille laatoille) (kuva 5). Ontelolaattatuotannolta saadun tiedon perusteella, alueiden yhteenlaskettu tehokas varastokapasiteetti on noin 7 000–8 000 m<sup>2</sup>.

Varastoalueiden koot on arvioitu opinnäytetyötä varten silmämääräisesti paikan päällä, jonka jälkeen piirretty mittasuhteessa AutoCAD®-suunnitteluohjelmalla tehtaan layout-aluekarttaan, joten varastoalueen koko voi todellisuudessa olla kuvattua suurempi tai pienempi. Ensisijainen varasto-alue koostuu yhdeksästä varastopaikasta, johonka ontelolaatat ovat varastoitu pitkittäissuunnassa tehtaan tontinrajaan nähden. varastopaikkojen välistä kulkee raskaalle liikenteelle ja varastotrukeille tarkoitettut ajoväylät. Varastointipaikka numero 10 on tapauskohtaisesti käytettävissä, jonka varastokoon maatalouden vakiotuotteiden, sekä rata-pölkkyjen varastotarpeet merkittävästi vaikuttavat.

## 2.4 Turvallinen työskentely työmaa- ja tehdasympäristössä

Työturvallisuus on osa joka päiväistä työtä ja se on noussut vuosien saatossa aina vain suurempaan rooliin. Työturvallisuuden avulla luodaan työpaikoille vankka ja turvallinen työympäristö, joka on yksi kantava tukipilari laadukkaaseen työn lopputulokseen. Työturvallisuudella pystytään vaikuttamaan työntekijöiden fyysiseen psyykkiseen ja sosiaaliseen työympäristöön. Jokaisen työpaikan tavoitteena tulisi olla terveellinen, turvallinen sekä tuottava työyhteisö. (Työterveyslaitos 2024.)

Finlexin työturvallisuuslain mukaan työnantajalla on lain mukaan velvollisuus huolehtia työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä. Työnantajan on yleinen huolehtimisvelvoite, jonka mukaan työnantajan tulisi mitoittaa, suunnitella ja toteuttaa työolosuhteet siten, että seuraavat turvallisuuslain mukaiset periaatteet toteutuisivat (Työturvallisuuslaki 738/2002, 8 §):

- 1) vaara- ja häirttekijöiden syntyminen estetään;*
- 2) vaara- ja häirttekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;*
- 3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä; ja*
- 4) tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.*

Valtioneuvoston asetus rakennustyön työturvallisuudesta kertoo henkilösuojainten tarpeesta rakennustöissä, johonka elementtejä tilaavat rakennustyömaat, sekä Lujabetonin tehtaan alue lukeutuvat. Jokaisella rakennusalan työnantajalla on myös omia määräyksiä työntekijöilleen henkilösuojainten tarpeesta. Yleisimmät, henkilösuojainten tarve rakennustöissä 71 § mukaan ovat: Suojakypärä, silmäsuojaimet, turvajalkineet, heijastava varoitusvaatetus sekä turvavaljaiden käyttö, kun työskentelykorkeus on kaksi metriä tai enemmän. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 71 §.)

Omaehtoisen työkokemukseni tietojen perusteella, myös Lujabetoni on tuonut vahvasti esille, että työturvallisuuden laiminlyöntejä ei katsota läpi sormien. Jokainen tehdasalueella työskentelevä työntekijä ja alihankkija ovat saaneet henkilökohtaisen turvallisuusperhdytyksen tehtaan yleisperhdytyksen muodossa, sekä työtehtäväkohtaisen perhdytyksen. Jo pelkästään tehdasalueella liikkuesssa edellisessä luvussa mainitut henkilösuojaimet tulevat olla käytössä, ja työtehtävästä riippuen tulee käyttää tehtäväkohtaisia suojaimia, kuten mm. kuulosuojaimia, hengityssuojaimia, moottoroituja raitisilmamaskoja ja kokonaan silmien alueen peittäviä suojalaseja tai suojavisiiriä. Jatkuvat henkilökohtaisten suojainten käytön laiminlyönnit tai toistuvat välinpitämättömät ja vaaralliset työtavat johtavat ääritapauksissa, jopa työntekijän irtisanomiseen. Aliurakoitsijoille voidaan laiminlyöntien puitteissa määrätä myös sakkorangaistuksia. Lujabetoni tähtääkin jokaisella tehtaallaan kohti nollan tapaturman tavoitetta, joka on hyvin kunnianhimoinen ja arvostettava päämäärä. Myös Lujayhtiön eettisessä ohjeistuksessa on mainittu työturvallisuudesta (Luja arvot ja etiikka, julkaisuaika tuntematon):

*Työturvallisuus on kaiken toimintamme perusta. Emme ota työskennellessämme työturvallisuusriskejä omasta emmekä muiden puolesta. Huolehdimme työympäristöstämme, työskentelytavoistamme ja työvälineistämme. Työpaikkamme pitäminen turvallisena ja siistinä on välittämistä sekä tärkeä tekijä työturvallisuuden edistämisessä ja tapaturmien ehkäisemisessä.*

Työturvallisuus on kaikkien niin tehtaalla, kuin työmaalla liikkuvien henkilöiden yhteinen asia. Työnantajan vastuulla on mahdollistaa työntekijöille turvallinen ja riskitön työnteke, ja varustaa työntekijät työhön sopivilla turvavarusteilla ja henkilökohtaisilla suojaruusteilla, sekä antaa tarvittavat perehdytykset. Työntekijöiden vastuu on noudattaa ennalta määrättyjä työturvallisuusohjeita, sekä tuoda ilmi havaittaessa työturvallisuuspuutteita työympäristössä. Henkilökohtaisten suojainten käyttö on vakiintunut viime vuosikymmenien aikana rakennusallalla. Työnantajat velvoittavat työntekijöitä henkilökohtaisten suojaruusteiden käyttöön (kuva 6), mutta suojautuminen vaaroilta on muutakin kuin velvollisuus, se on työntekijän etu. (betonitieto, julkaisuaika tuntematon).

#### Silmäsuojaus

Käytettävä aina tehdastiloissa. Silmiin kohdistuvan vaaran ollessa ilmeinen on käytettävä erikseen määriteltyjä suojaimia. VNa (205/2009)

#### Kypärä,

#### leukahihnallinen

EN-397:1995 mukainen. Käytettävä aina tehdasalueella. VNa (205/2009)

#### Kuulosuojaimet

Käytettävä aina, kun melutaso on yli 85 dB. VNa (85/2006)

#### Heijastava vaatetus

Käytettävä aina tehdasalueella. Heijastava vaatimusluokka työkohteen vaatimuksen mukainen. VNa (205/2009)

#### Työkäsineet

EN-388:2003. suojakäsineet mekaanisia ja kemiallisia vaaroja vastaan. Käytettävä aina, kun on käsien vahingoittumisriski. VNa (738/2002)

#### Turvajalkineet, ulkona talvella työskenneltäessä nastroitettut

Käytettävä aina tehdasalueella. EN ISO 20345. VNa (205/2009)



#### Polvisuojat

Käytettävä aina polvi-asennossa työskenneltäessä. VNa (205/2009)

#### Henkilötunniste

Näkyvässä on oltava yksilöiva tunnistus. Käytettävä aina työmaalla. VNa (738/2002 52 a §)

#### Turvavaljaat

EN-363:2008 mukainen. käytettävä aina, kun on olemassa putoamisriski. VNa (205/2002)

KUVA 6. Henkilökohtaiset suojaimet (Betonitieto, julkaisuaika tuntematon)

Työmaa ja tehdasympäristössä tapahtuu paljon liikennöintiä ihmisten, työkoneiden ja raskaan kaluston toimesta. Jotta toimipisteiden sisällä olisi turvallista työskennellä, tulisi liikennejärjestelyt suunnitella huolellisesti. Ihmisille ja koneille tulisi varata merkatut, erilliset kulkureitit. Myös henkilöautoliikenne tulisi olla erillään työkoneliikenteestä, jotta liikkuminen ja työskentely pysyisi mahdollisimman turvallisena. Edellytyksiä turvalliselle työympäristölle on selkeästi merkatut kulku- ja ajoreitit, opaskyltit, pysäköintipaikat, sekä kirjallinen liikennesuunnitelma tai aluesuunnitelma, jossa edellä mainitut asia käyvät visuaalisesti ilmi (betonitieto, julkaisuaika tuntematon).

Työskentely työmaa ja tehdasympäristössä voi toisinaan lainsäädäntöjen mukaan tarvita myös erilaisia kirjallisia lupia, pätevyyskatsastuksia ja suunnitelmia. Lupia vaativia tehtäviä voivat olla esimerkiksi trukin käyttäminen, torninosturin kuljettaminen, taakan kiinnittäminen, henkilönostimen käyttö ja yli 2 metrin korkeudessa työskennellessä mm. erilaisilla A-tikkailla, telineillä ja työpukeilla. Kun taas pätevyysvaatimuksia tarvitsee lainsäädäntöjen mukaan olla, jos esimerkiksi käyttää suurempia torninostureita, kuormausnostureita tai ajoneuvonostureita. Lisäksi kuljettajille annetaan ammattipätevyyskoulutuksena betonielementtien kuljettamiseen räätälöityjä koulutuksia.

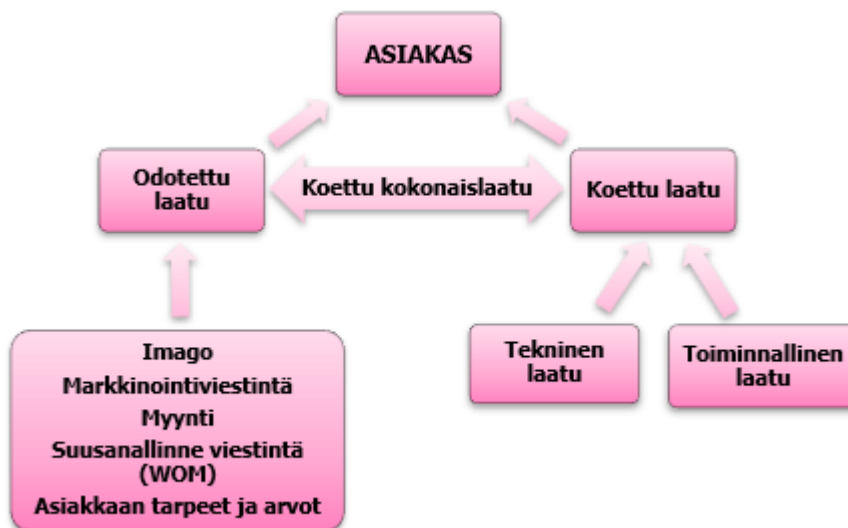
Nostotyöt tulee olla aina tarkasti harkittuja ja suunniteltuja. Noston suorittajalla tulee olla tiedossa nostettavan taakan paino, sekä käytettävän nostolaitteen nostokyky, huomioiden sen, että nostolaitteen nostokyvyn tulisi olla noin 10-15 % yli nostettavan taakan painon. Nostojen liikerata tulee suunnitella siten, ettei taakan pudotessa ja mahdollisesti sen jälkeen kaatuessa, ei paikalla oleville henkilöille aiheudu vaaraa. Turvaetäisyytenä on syytä pitää vähintään kaksi metriä ja nostoalue tulisi aina olla rajattu, jotta sivulliset henkilöt eivät vahingossa päädy nostoalueelle. Noston suorittajalla tulee aina olla näköyhteys nostettavaan taakaan sekä nostoalueeseen, eikä taakkaa saa koskaan jättää roikkumaan ilman valvontaa. Jos nostolaitteissa tai nostossa käytettävissä välineissä on havaittavissa ongelmia, on nostotyö keskeytettävä välittömästi. (betonitieto, julkaisuaika tuntematon).

### 3 LAADUKKAITA ELEMENTTITOIMITUKSIA

”Asiakas on avainasemassa”, kuuluu yksi Luja-yhtiöiden arvoista. Tämä tarkoittaa sitä, että asiakas on Lujabetonin liiketoiminnan avainhenkilö, ja toiminnan yksi tärkeä tavoite on täyttää asiakkaiden tarpeet ja tähdätä asiakastyytyväisyydessä korkealle. Asiakas odottaa Lujabetonilta korkea laatuista tuotteita, hyvää palvelua, sekä vastuullisuutta (Luja Arvot ja etiikka, julkaisuaika tuntematon).

#### 3.1 Hyvän palvelun laatu

Tämän Lujabetonille tehdyn opinnäytetyö oli tutkimus- ja laadunkehitystyötä elementtien varastointin ja toimitusketjun osalta, joten käydään läpi, mitä laatu tarkoittaa betonielementtien varastointi- ja toimitusketjussa. Kuten Larvanto (2013) omassa opinnäytetyötutkimuksessaan Palvelun laatu yrityksen menestystekijänä toteaa: Laatua voidaan mitata tuotteella tai palvelulla, joka täyttää asiakkaan odotukset ja tarpeet. Asiakkaalla on aina tietyt odotukset liittyen tuotteen laatuun sekä palvelun laatua kohtaan. Palvelun ja tuotteiden kokonaislaadun lopputulokseen vaikuttaa koko palveluprosessi. Palvelun ja tuotteen kokonaislaatu voidaan jakaa asiakkaan odottamaan ja koettuun palvelu- ja laatutasoon. (Kuva 7; Larvanto 2013, 7.) Elementtitoimituksissa asiakas pääseekin kokemaan ja arvioimaan laatua sekä tuotteen että palvelun muodossa ja usein asiakkaalla on jo jonkin asteinen mielikuva tulevasta palvelun ja tuotteen laadusta.



KUVA 7. Palvelun kokonaislaatu (Muokattu lähteestä Larvanto 2013, 6)

Kuten kuvasta 6 voi visuaalisesti havainnoida, Odotettu palvelun laatu muodostuu useista eri tekijöistä, kuten Yrityksen imagokuvasta, markkinointiviestinnästä, myynnistä sekä suusanallisesta viestinnästä eli WOM:ista. Edellä mainitut tekijät ovatkin isossa osassa asiakkaan laatuodotuksiin sekä kokemaansa kokonaislaatuun. Koettu palvelun laatu koostuu teknisestä laadusta ja toiminallisesta laadusta. Tekninen laatu tarkoittaa sitä, mistä asiakkaan kokema palvelu koostuu ja mitä asiakas on

saanut. Toiminnallisesta laadusta puhuttaessa tarkoitetaan sitä, kuinka tuote ja palvelu asiakkaalle toimitettiin ja tuotettiin. Toiminnallisen laadun osatekijöitä ovat palvelua suorittavan yrityksen henkilöstö ja heidän ammattitaitonsa (Larvanto 2013, 7). Asiakas saa useita palvelukokemuksia pitkin toimitusprosessia, niin tehtaan

yhteyshenkilöiltä, kuin alihankintana järjestetyiltä liikennöitsijöiltä, jotka toimittavat elementit ennalta nimettyyn toimituspaikkaan. Toimitusketjun viimeinen, konkreettisin laadun arviointi tapahtuu kun tuote, eli betonielementti saapuu työmaalle asiakkaan nähtäväksi.

Palvelun kokonaislaatu koostuu koetun ja odotetun palvelun yhteisvaikutuksesta. Palvelun kokonaislaatu voidaan todeta hyväksi, kun asiakkaalle annettu kokemus palvelun laadusta ja odotuksista kohtaavat tai ylittyvät. Jos taas palvelun kokonaislaadun odotukset ja kokemus eivät kohtaa, voidaan usein koettu kokonaistaso todeta huonoksi. Tärkeä huomio onkin se, ettei palveluyrityksen tulisi luvata asioita, joista ei pysty pitämään kiinni (Larvanto 2013, 8). Betonielementtien valmistuksessa ja toimituksessa konkreettisimmat lupaukset liittyvätkin usein tuotteen laatuun sekä toimitusaikatauluihin.

Yhtä parasta tapaa mitata laatua ei ole. Yrityksen asiakkaan odotusten ja heidän kokeman palvelun laadun vertailun arvioinnissa, voidaan esimerkiksi käyttää hyväksi todettua arviointimallia eli Servqual-menetelmää. Arviointimallin kehittivät vuonna 1988 kolme tutkijaa Zeithaml, Berry ja Parasuraman. Arviointimalli koostuu viidestä eri osa-alueesta liittyen palvelun laatuun, jotka ovat: Luotettavuus, konkreettinen ympäristö, empatia, reagointialttius ja vakuuttavuus (Kasper 2014, 20). Luotettavuus kuvastaa yrityksen täsmällisyyttä, lupauksista kiinni pitämistä sekä virheetöntä palvelua. Konkreettinen ympäristö on yrityksen ulospäin suuntautuvaa imagokuvaa, eli asiakaspalvelijoiden ulkoista olemusta, materiaalien, tuotteiden, laitteiden ja toimitilojen miellyttävyyttä. Empatia kuvastaa asiakkaan edun mukaista toimintaa ja heidän ongelmien ymmärtämistä. Reagointialttius on asiakaspalvelijoiden halua palvella asiakasta, ja kuinka viipymättä palvelu tapahtuu. Vakuuttavuudella luodaan asiakkaalle hyvä tunne ja luottamus yritystä kohtaan, sekä punnitaan asiakaspalvelijoiden kohteliaisuus (Välimaa 2013, 18).

### 3.2 Laadukas ja toimiva toimitusketju

Toimitusketjulla (supply chain) tarkoitetaan verkostoa, jossa eri organisaatiot ohjaavat ja kehittävät yhteistyössä palvelu- ja materiaalivirtoja, sekä niihin liittyviä tieto- ja rahavirtoja. Toimitusketjun kulakin organisaatiolla on oma roolinsa. Toimitusketjun rakenne muodostuu sen mukaan mitä tuotteita yritys valmistaa, mikäs on sen toimiala ja asiakaskunta. Toimitusketju yhdistää yritykset ja niiden tavarantoimittajat jakeluorganisaatioihin sekä asiakkaisiin. Toimitusketjusta puhuttaessa, on kyseessä kokonaisuus, jossa painotetaan asiakaslähtöisyyttä, kustannustehokkuutta sekä lisäarvon tuottamista (logistiikanmaailma, julkaisuaika tuntematon). Kuvassa 8 on visuaalisesti hahmotettu betonielementtien toimitusketjua.

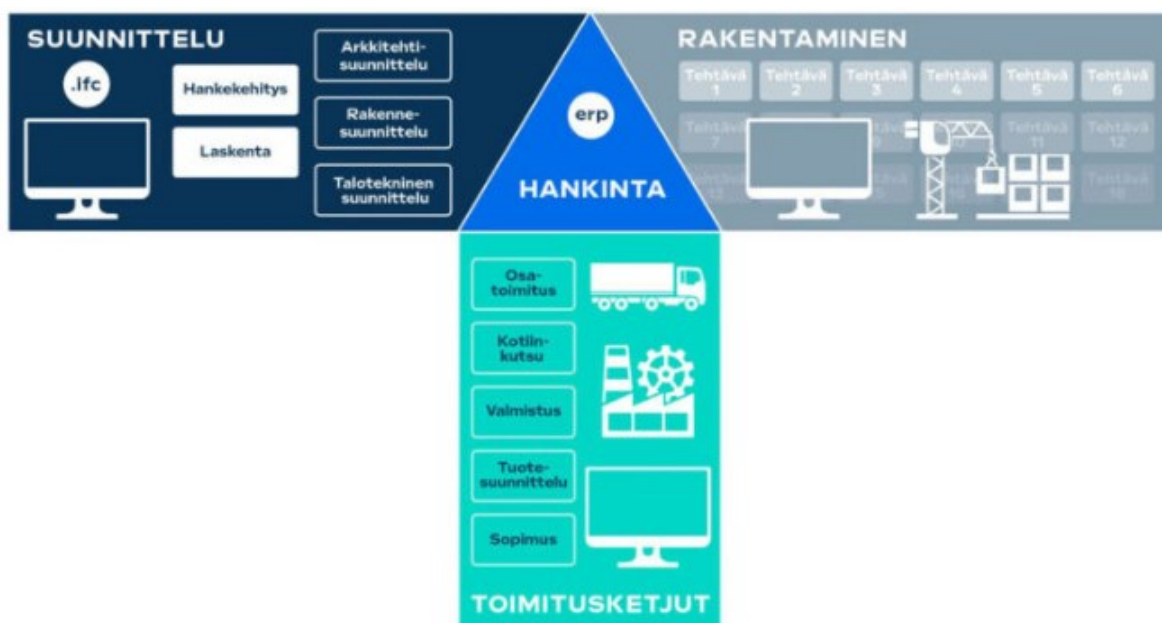
Toimitusketjulla on monta eri näkökulmaa, sen hallinta ja kehittäminen ovat luonteeltaan hyvin strategisia, kun taas tuotanto, hankinta ja jakelu ovat luonteeltaan varsin taktisia ja operatiivisia toimintoja. Toimitusketju yhdistää yrityksen tuotteidentoimittajat aina asiakkaisiin saakka. Toimitusketjun



ohjaus ja koordinointi tulisi tapahtua aika kokonaisuutena ja eikä keskittyä vain muutamiin tai tiettyihin osa-alueisiin ja näin ollen osaoptimointia tulisi välttää. Asiakaan tarpeisiin vastaaminen vaatii yhä lyhyempiä toimitusaikoja, räätälöityjä ratkaisuja, kykyä vastata kysyntään ja tarpeisiin nopeasti, joustavasti ja luotettavasti, sekä kykyä vastaamaan yllättäviin muutoksiin ja häiriöihin nopeasti ja hallitusti. (Logistiikanmaailma, julkaisuaika tuntematon).

Tärkeimpiä periaatteita toimitusketjun hallinnan ja kehittämisen kannalta ovat sen joustavuus, luotettavuus, läpinäkyvyys, asiakaslähtöisyys, järjestelmäintegraatiot ketjun osapuolten välillä, virheiden poistaminen, yhteinen suunnittelu, mahdollisimman reaaliaikainen tiedonvälitys, läpimenoaikojen lyhentäminen sekä prosessien yksinkertaistaminen. (Logistiikanmaailma, julkaisuaika tuntematon).

Lastaus- varastointi ja kuljetus ovat toimitusketjun osa-alueita ja opinnäytetyön tilaajalla Lujabetonilla kaikki edellä mainitut toiminnot ovat ulkoistettuja. Ulkoistaminen tarkoittaa sitä, että jokin toiminto on siirretty organisaation ulkopuolelle, jonkun toisen yrityksen hoidettavaksi. Ulkoistamiseen päädytään usein kustannussäästöjen vuoksi tai jos yrityksellä ei ole toimintoon edellytyksiä. Jotta toiminta ulkoistettujen palveluntarjoajien kanssa pysyy toimivana ja laadukkaana, tulisi aika-ajoin arvioida ja tarkastella seuraavien asioiden toimivuutta: maine, hinta, kapasiteetti, joustavuus, nopeus, laatu, luotettavuus, kokemus, osaaminen, vuorovaikutus sekä yhteistyökyky ja tiedonvälitys. Palvelun tarjoajalla sekä ulkoistavaa yritystä tulisi yhdistää kaksi yhteistä tekijää; yhteiset tavoitteet, sekä samankaltaiset arvot (Logistiikanmaailma, julkaisuaika tuntematon).



KUVA 8. Betonielementtien perinteiset toiminnot, jotka muodostavat toimitusketjun. (Betoni, julkaisuaika tuntematon)

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tämä opinnäytetyö oli tutkimusluonteinen opintokokonaisuus, jonka kohteena oli kaksi erillistä, mutta toisiinsa vahvasti linkittyntä aihealuetta. Lähtökohtana oli tehdä tutkimustyötä elementtien toimitusketjun ongelmakohtien kartoittamiseen ja ontelolaattojen varastointiprosessin toimivuuden parantamiseksi. Työlle ei annettu tilaajan puolesta kriittisiä aikatauluja, joten tutkimusta sai tehdä opintojen ja töiden ohessa, oman aikataulun mukaisesti.

Tutkimusaineisto kerättiin neljässä osassa: Webropol-verkkokyselyt, kenttätutkimus, puolistrukturoidut haastattelut, sekä Lujabetonin oman toimintajärjestelmän rekisteri (TJR), joiden avulla pääsi keräämään tietoa ulkoisista reklamaatioista ja asiakaspalautteista sekä tehtaan sisäisiä palautteista. Tutkimukseen osallistui useita ulkoisia sidosryhmiä eli Lujabetonin pitkä-aikaisia yhteistyökumppaneita ja heidän työntekijöitään sekä elementtitalausten kautta tekemisissä olleita asiakkaita.

### 4.1 Eettisyys

Opinnäytetyön eettisyyden tarkastelu oli tärkeässä osassa opinnäytetyöprosessia muun muassa siksi, että työssä käsittelen opinnäytetyön tilaajayrityksen materiaaleja, sekä teen haastattelu- ja kyselytutkimusta yrityksen alihankkijoille ja asiakkaille. Tutkimuksen kyselyt toteutettiin Webropol-verkkokyselynä, joka mahdollisti luoda internet-linkin, jonka kautta pääsee vastaamana kysymyksiin, jotka palautuivat analysoitavaksi täysin anonymisti. Kaikki kyselyt ja haastattelut toteutettiin siten, että niihin vastanneet henkilöt pysyvät täysin anonymina myös tämän opinnäytetyön tekijälle. Opinnäytetyössä ei julkaistu mitään kyselyihin tai haastatteluihin osallistuneiden yritysten tai henkilöiden tietoja, ja tämä tuotiin myös ilmi ennen kyselyjen ja haastattelun aloittamista.

Tutustuin ennen tutkimukset toteuttamista ammattikorkeakoulujen tutkimuseettisiin ohjeisiin, sekä tutkimuksen eettiseen ennakoarvointiin ja tutkimuslupien tarpeellisuuteen. Sisäistin myös sen, että opinnäytetyö on julkinen asiakirja, joten kävimme yhdessä tilaajaorganisaation opinnäytetyönohjaajan kanssa läpi opinnäytetyön kohdat, jotka ovat salassa pidettäviä. Alkuperäistä opinnäytetyötä pääsee tarkastelemaan ainoastaan oppilaitoksen opinnäytetyö vastuu opettajat sekä tilaajaorganisaation henkilöt, joille työ on jaettu.

### 4.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada selvitettyä mahdollisia ongelmakohtia liittyen ontelolaattojen varastointiin ja betonielementtien toimitusketjuun. Tutkimusaineiston kerääminen oli moniosainen ja se jakaantui neljään osioon. Kronologisessa järjestyksessä tutkimuksen ensimmäisen ja toisen osan toteutus tapahtuivat haastatteluiden ja kenttätutkimustyön avulla. Kenttätutkimustyössä käytin hyväksi ammattitaitoani tehdä aistinvaraisia havaintoja lastaus- ja toimitusprosessin toimivuuden eri osa-alueista. Haastattelututkimusta tein niin sanotusti ”kenttätutkimuksen” ohessa. Seuratessani varastointikuljetusprosessia varastoalueella, rekan kyydissä, sekä työmaalla. Tutkimusmenetelmänä käytin ennalta mietittyä teemahaastattelua eli puolistrukturoitua haastattelua, jotta haastattelun vastaukset pysyisivät avoimina, mutta kyselyllä olisi kuitenkin selkeä raami. Haastatteluja tutkimuskysymyksiä varten on luotu teema, joka on kaikille haastateltaville sama, mutta haastattelu on siltä osin

joustava, että kysymyksien järjestykset ja teemojen painotus voivat vaihdella haastattelun edetessä. (Tabell 2023, 21.) Tutkimustyön kolmannen osan toteutusmuotona oli verkkokyselyt. Kyselyyn oli sekoitettu sekä erilaisia laadun tasoa mittaavia kysymyksiä, joihin tutkimushenkilö sai vastata koulu-arvosanojin 1–10 (0 = en osaa sanoa), että suhteellisen avoimia puolistrukturoituja kysymyksiä, joihin vastaukset olivat avoimia. Verkkokyselytutkimuksen toteutusmuotona oli Webropol-kyselyt, johonka päädyin oppilaitoksen suosituksesta. Kyselytutkimus menetelmäsuuntaus oli laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa kysymykset on laadittu etukäteen siten, että tutkimushenkilöt saavat vastata kysymyksiin vapaamuotoisesti ja kertoa mielipiteitään ja kokemuksiaan aihealueeseen liittyen. (Tilastokeskus, julkaisuaika tuntematon.) Verkkokyselyt lähetettiin kolmelle eri taholle: Elementtien tilaajat / asentajat, kuljetusliikkeet ja niiden työntekijät, sekä Lujabetonin Siilinjärven tehtaan ulkoistettu pihaurakoitsija ja heidän työntekijänsä, joista jokaiselle oli omat räätälöidyt Webropol-verkkokyselylomakkeet. Webropol-kyselyssä oli kolmen viikon vastausaika, jonka jälkeen pääsin käsittelemään kyselyistä muodostuneita raportteja. Tutkimuksen neljäs osio koostui jo olemassa olevien asiakaspalautteiden ja -reklamaatioiden, tehtaan sisäisten palautteiden keräämisestä, aihealueeseen liittyen. Tutkimusaineisto löytyi Lujabetonin omasta toimintajärjestelmästä (TJR) asiakaspalautteiden ja -reklamaatioiden ja tehtaan sisäisten palautteiden osioista. Tarkastelujakson aikaikkunaksi valitsin noin yksi ja puoli vuotta taaksepäin, josta tein yhteenvedon kaikista järjestelmään kirjatusta, ontelon varastointiin, sekä toimitusprosessiin liittyvistä asiakaspalautteista ja -reklamaatioista, sekä tehtaan sisäisistä palautteista.

#### 4.3 Kyselylomakkeet

Webropol-verkkokyselyn lähetettiin kolmelle eri taholle: Elementtien tilaajille / asentajille, kuljetusliikkeille ja niiden työntekijöille, sekä Lujabetonin Siilinjärven tehtaan ulkoistetulle pihaurakoitsija porukalle. Verkkokyselyt kulkivat otsikolla: "Laadunkehitys, kyselytutkimus". Kyselylomakkeiden saateviestinä oli seuraavanlainen teksti:

*"Heipä hei,*

*Nimeni on Jarkko Ahtiainen ja työskentelen Siilinjärven Lujabetonilla kuljetusjärjestelijänä. Rakennusinsinööriin opintoni alkavat olemaan siinä pisteessä, että opinnäytetyö on enää viimeinen rutistus ennen valmistumista.*

*Olenkin tekemässä Siilinjärven Lujabetonille opinnäytetyötä betonielementtien varastoinnin ja kuljetuksen laadunkehityksen muodossa ja tarvitsisin tässä myös teidän apua!*

*Alta löytyy linkki Webropol-kyselyyn, jota klikkaamalla pääsette vastaamaan muutamaa aiheeseen liittyvään kysymykseen. Kaikkiin kysymyksiin ei ole pakko vastata, mutta kaikki mahdollinen palaute otetaan avosylin vastaan, jotta yhteistyömme toimisi tulevaisuudessa vielä pykälän verran saumattomammin.*

*Avoimien kysymysten alta löytyy myös kohta liitetiedoston lisäämiselle, johon voitte lisätä palautteeseen liittyviä kuvia.*

*Kaikki vastaukset käsitellään täysin anonyymisti, eikä opinnäytetyöhön julkaista mitään tietoa yhtiöstänne tai sen työntekijöistä.*

*Pystyisittekö jakamaan tätä viestiä myös eteenpäin työntekijöillenne, jotka ovat toimineet Siilinjärveltä toimitettavien elementtitalausten ja toimitusketjun parissa. Kyselyn voi täyttää tietokoneella, puhelimella tai tabletilla.*

*Kysely on auki kesäkuun viimeiseen päivään asti.*

*KIITOS ”*

Kyselylomakkeet löytyvät liitteinä raportin lopusta. Liitteessä 1 on kuvattu kyselylomake työmaille, liitteessä 2 on kuvattu kyselylomake kuljetusliikkeille ja liitteessä 3 on kuvattu kyselylomake pihaurakoitsijalle. Kyselylomakkeet eivät ole ulkonäöltään samassa muotoilussa, kuin Webropol-kyselyssä olivat, koska kyselylomakeliitteistä on tarkoitus käydä tässä yhteydessä ilmi ainoastaan tutkimuksessa esitetyt kysymykset.

#### 4.4 Kenttätutkimus, ”Case: Rekan matkassa”

Yksi tärkeä osa opinnäytetyön tutkimus- kehitysprosessia oli jalkautuminen elementtikuormien lastaus- ja purkupai-koille. Niin sanottu ”Case: rekan matkassa” oli opinnäytetyöprosessin ruohonjuuritason tarkastelua, kuinka elementti-kuormien lastaus- ja purkuprosessi etenee, ja tuleeko prosessin aikana vastaan ongelma- / kehityskohtia. Tapauksen aikana tein muutamia puolistrukturoituja haastatteluja lastaajille, kuljettajalle sekä työmaan työnjohdolle, joiden kysymykset olin ennakkoon valmisteillut. Kysymykset olivat räätälöity toimitusprosessin jokaiselle yhtiön ulkopuoliselle toimijalle erikseen, ja niihin ei ollut annettu valmiita vastausvaihtoehtoja, vaan vastaukset sai antaa vapaassa muodossa. Tässä vaiheessa haastattelussa jätin opinnäytetyön tilaajaorganisaation kokonaan ulkopuolelle. Haastattelut toteutin eettistä kaavaa noudattaen, ja toin ennen haastattelujen aloittamista esille, että yksittäisiä henkilöitä eikä yrityksiä haastattelujen pohjalta voida tunnistaa.

Case: ”rekan matkassa” alkoi Siilinjärven Lujabetonin lähettämön edestä, josta kipusin syväkuor-  
mausperävaunulla varustetun rekan kyytiin. Kuorman lastausaika oli ennalta sovittu lastaajien kanssa ja näin ollen, kun saavuimme seinäelementtien lastauspaikalle, siellä odotti kaksi lastaajaa. Seurasin lastausta sivusta ja kirjasin samalla ylös havaintoja. Pyrin kiinnittämään huomiota enemmän mahdollisiin epäkohtiin, jotta pääsisimme ongelma- ja kehityskohtien ytimeen.

**Havaintoja elementtikuorman lastauksesta:** Vaikka lastaus oli ennalta sovittu ja kuorman sisällöstä tiedotettu ennakkoon rahtikirjan muodossa, ei ennakkovalmisteluja oltu siitä huolimatta tehty. Kuormassa oli yhteensä kuusi betoniseinäelementtiä ja näiden osalta kuorman lastaussuunnittelu alkoi vasta siinä vaiheessa, kun saavuimme kuljettajan kanssa lastausalueelle. Myös lastausaika alkoi juoksemaan siitä hetkestä, kun saavuimme paikalle. Lastauksen niin sanottu vapaa lastausaika on yksi tunti, ja sen ylimenevän osuuden kuljetusliike veloittaa ”venttojen” eli tehdas odotusten muodossa elementtitehtaalta. Kuormaa lastatessa elementit etsittiin sitä mukaan niille merkityiltä varasto-paikoilta, ja tässä vaiheessa tulikin vastaan yksi merkittävä ongelma. On varsin tavanomaista, että elementtejä ajetaan elementtien valmistajan toimesta takaisin tuotantotiloihin

viimeisteltäväksi / korjattavaksi ja sieltä taas takasin varastoon, mutta eri varastopaikalle, kuin mistä elementti oli aikaisemmin haettu, ilman että uutta varastopaikkaa kirjataan KymppiPRO-varastonhallintajärjestelmään. Hetken etsintöjen jälkeen hukassa ollut elementti löytyi varasto-alueen toisesta päästä ja lastausta päästiin taas jatkamaan.

Yksi merkittävä ongelmakohta oli myös vinossa nousevat elementit. Syväkuormausvaunun teholliset lastaus mitat ovat hyvin rajalliset, noin 1500 mm leveyssuunnassa ja 9300 mm pituussuunnassa, jotka ovat monesti myös mitoitta-via tekijöitä kuormasuunnittelussa. Vinossa nousevat elementit on erittäin haasteellinen saada kuormattua ahtaisiin väleihin tiiviisti, kolhimatta sekä naarmuttamatta muita kuorman elementtejä. Etenkin kuorman viimeiset elementit ovat kaikista haasteellisimmat. Vastoinkäymisistä huolimatta kuorma valmistui vapaan lastausajan puitteissa alle tunnissa, ja kuljettaja hoiti kuorman sidonnan asianmukaisesti, jonka jälkeen pääsimme jatkamaan matkaa kohti työmaata.

**Havaintoja työmaalta:** Työmaa johonka elementti-kuorma toimitettiin, oli samana päivänä käynnistynyt elementtiasennusten osalta. Elementtien tilaajan, toimittajan ja kuljetusliikkeen kanssa olimme jo ennakkoon katsonut työmaan kuormanpurkualueen, että se varmasti on soveltuva elementtirekalle. Työmaa oli myös tehnyt hyvin turvallisuusjärjestelyjä, ja suunnitellut työmaa-alueelle saapumisen siten, että rekan tulee pysähtyä stop-merkin kohdalle ja jalankulkijoille oli merkitty erillinen suojatie ennen työmaa-porttia, jonka sai auki soittamalla portin numeroon.

Hyvistä ennakkovalmisteluista huolimatta, myös kuorman purkamisen aikaisia kehityskohtia tuli vastaan. Rekka saa-pui työmaan purkupaikalle puoli tuntia ennen sovittua purkuaikaa, ilmoittamatta työmaan yhteyshenkilölle saapumisestaan, mutta siitä huolimatta purku saatiin käyntiin välittömästi (kuva 9). Työnjako purkupaikalle tavanomaisesti on, että kuljettaja on kuorman purkamisen apuna avaten kuormasidontoja, tekemällä kuorman tuentasidontoja ja mahdollisesti kiinnittämällä nostoroppuja elementtien nostolenkkeihin, mutta alamies tulisi olla aina elementtien tilaajaorganisaation puolesta. Kuten Ramirentin pääkouluttaja Mikko Manelius blogissaan kertoo, alamiehen, eli taakan kiinnittäjän rooli on työmaiden yksi tärkeimmistä tehtävistä. Alamies on henkilö, joka kiinnittää nostoapuvälineet nostettavaan taakkaan. Nosturin kuljettajalla voi olla usein kaukaa katsottuna puutteellinen näkyvyys nostopaikalle, ja esimerkiksi nostoapuvälineiden kunto ja niiden turvallinen kiinnitys taakkaan jää kokonaan alamiehen vastuulle (Manelius, 2020). Kyseiselle purkupäivälle tilaajaorganisaation alamiestä ei ollut näkynyt purkupaikalla, joten näin ollen kuljettaja toimi alamiehenä! Aikaisempaan tämän opinnäytetyön alalukuun, turvallinen työskentely työmaa- ja tehdasympäristössä viitaten; taakan kiinnittäminen on luvanvarainen tehtävä, ja vaatii näin ollen todistuksen suoritusta alamieskoulutuksen suorittamisesta.

Kuorman elementit oli tarkoitus asentaa suoraan rekan kyydistä paikoilleen, mutta seuraava pienimuotoinen haaste tuli vastaan kuorman kookkainta elementtiä nostaessa, kun nosturin nostokapasiteetti ei ollut riittävän suuri, joten elementti jouduttiin asennuksen sijaan laittamaan välivarastoon elementtifakkiin. Muut kuormassa olleet pienemmät elementit menivät suoraan asennettavaksi suunnitelmien mukaisesti. Kaikesta huolimatta, myös elementtikuorman purkaminen saatiin valmiiksi vapaan yhden tunnin purkuajan puitteissa.

**Yhteenveto päivästä:** Hyvistä varastointi- ja toimitusketjun ennakkovalmisteluista huolimatta, niin elementtien lastaus- kuin purkuvaiheessakin tuli vastaan erinäköisiä haasteita. Haasteet näkyivät lastauksen toteutuksen heikkona ennakkovalmisteluna, seinäelementtien nostolenkkien väärästä asemoinnista / puutteellinen suunnittelu, elementtien varastopaikka muutosten tekemisestä tuotannon työntekijöiden toimesta, sekä työmaan puutteellisen asennussuunnitelman johdosta.

Tapauksesta voidaan todeta, että varastointi- ja toimitusketjun eri osa-alueet kaipaisivat tehokkaampaa ennakkosuunnittelua, sekä aktiivisempaa kenttäjohtamista, unohtamatta tehtaan työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden tiiviimpää kommunikointia ja yhteistyötä.



KUVA 9. Elementtikuorman purkautuminen syväkuormausvaunusta (Ahtiainen 2024, CC BY-NC-SA)

## 5 TUTKIMUSANALYYSIT

Tutkimus toteutettiin verkkokyselyllä ja haastatteluilla ja tarkoituksena oli tarkoitus saada merkittävä määrä puolueettomia vastauksia, koskien Lujabetonin yhteistyön toimivuutta yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden / elementtien tilaajien kanssa, sekä etsiä mahdollisia ongelmakohtia ontelolaattojen varastoinnin toimivuudessa. Kysely- ja haastattelututkimukset tuottivat paljon arvokasta palautetta Lujabetonin yhteistyökumppaneilta sekä asiakkailta, jotka liittyvät elementtien varastointi- ja toimitusketjuun. Webropol-verkkokysely tuotti kahdenlaista tutkimusdataa; avoimia vastauksia sekä laadun tasoa numeraalisella asteikolla mittaavaa dataa. Arviointiasteikko oli väliltä 1–10, jossa 10 = erinomainen, 7 = hyvä, 5 = kohtalainen, 3 = huono ja 1 = erittäin huono (0 = en osaa sanoa).

Verkkokyselyn avoimien kysymyksien vastauksien tarkemmat analyysit löytyvät liitteiden 4 ja 5 taulukoista. Tutkimusanalyyseissa hyödynnettiin Microsoftin Excel-tilukkolaskentaohjelmaa, jonka avulla tutkimustulokset tiivistettiin helpopolukuisiksi taulukoiksi. Taulukkoihin on kerätty kaikki alkuperäiset kyselypalautteet muokkaamattomina, annettu palautteelle luokitus, tehty oma tulkinta palautteesta ja määritelty sen jälkeen palautteen ongelmaan puuttumisen vakavuustaso. Palautteiden vakavuustason määrittely ja luokittelut ovat oma henkilökohtainen tulkintani, joka voivat poiketa Lujabetonin tulkinnasta.

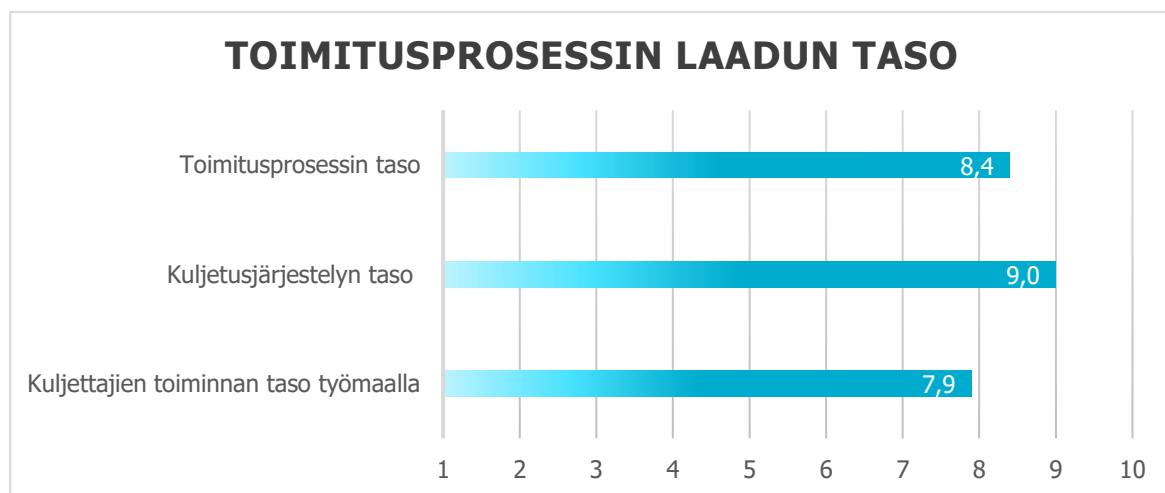
### 5.1 Elementtien tilaajat

Tässä alaluvussa analysoidaan elementtien tilaajilta saadut vastaukset kysely- ja haastattelututkimuksista. Tutkimus toteutettiin kaksivaiheisena kysely- ja haastattelututkimuksena, jossa tehtiin verkkokyselyn lisäksi puolistrukturoituja haastatteluja satunnaisille työmaan työnjohtajille.

Verkkokysely lähetettiin Lujabetonin yhteistyökumppaneille, jotka ovat olleet osallisena elementtien kotiinkutsu-prosessissa viimeisen vuoden aikana. Saateviestissä vastaanottajia pyydettiin ohjaamaan verkkokyselylinkki oikealle taholle, jos kysely ei kohdistunut oikealle henkilölle. Tarkkaa määrää kyselyn saaneista on vaikea arvioida, mutta Webropol-verkkokyselyraportin mukaan, kysely tavoitti 33 henkilöä, joista 10 palautti kyselyn ja näin ollen vastaus-prosentiksi tuli noin 30 %. Vastaajat käyttivät kyselyn täyttämiseen keskimäärin yhdeksän minuuttia per kyselylomake.

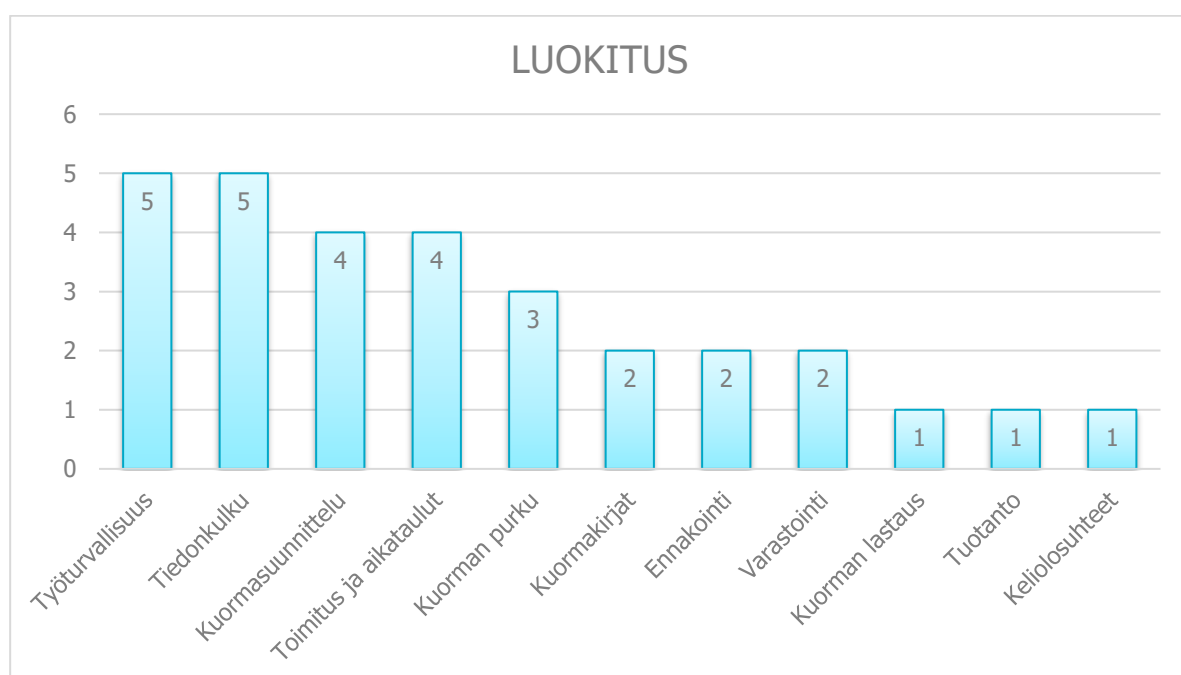
Liitteessä 1 on nähtävillä verkkokyselyn kysymykset työmaille. Laadun tasoa mittaavissa kysymyksissä kysyttiin elementtien tilaajilta toimitusprosessin tasoa, kuljetusjärjestelyn tasoa sekä kuljettajien toiminnan tasoa työmaalla. Verkkokyselyn mukaan elementtien tilaajat antavat koko elementtien toimitusprosessille arvosanan 8,4; kuljetusjärjestelylle arvosanan 9,0 ja kuljettajien toiminnalle työmaalla 7,9 jotka myös kuvasta 10 voi havainnoida. Kaikki arvosanat ovat vahvasti hyvien

arvosanojen paremmalla puolella, jopa lähellä erinomaista. Näihin arvosanoihin Lujabetoni voi olla erittäin tyytyväinen!



KUVA 10. Toimitusprosessin laadun taso

Tutkimustuloksien analysointiin sisältyi myös kyselytutkimuksen vastausten kategorisointi / luokittelu. Kuva 11 auttaa havainnollistamaan määrällisesti, minkä kategorian haasteita palautteista käy ilmi. Elementtien tilaajien palautteiden perusteella määrällisesti eniten haasteita löytyi kategorioista työturvallisuus, toimitus ja aikataulut, tiedonkulku, kuormasuunnittelu sekä kuorman purku. Palautteiden mukaan yksittäisiä ongelmakohtia löytyi myös kategorioista kuormakirjat, kuorman lastaus, ennakointi, tuotanto, keliolosuhteet ja varastointi. Edellä mainitun kaavion sisältö on poimittu liitteen 4 tutkimusanalyysin pohjalta, josta löytyy kyselytutkimuksen tarkempi analyysi.



KUVA 11. Kyselytutkimuksen vastausten luokittelu, työmaat

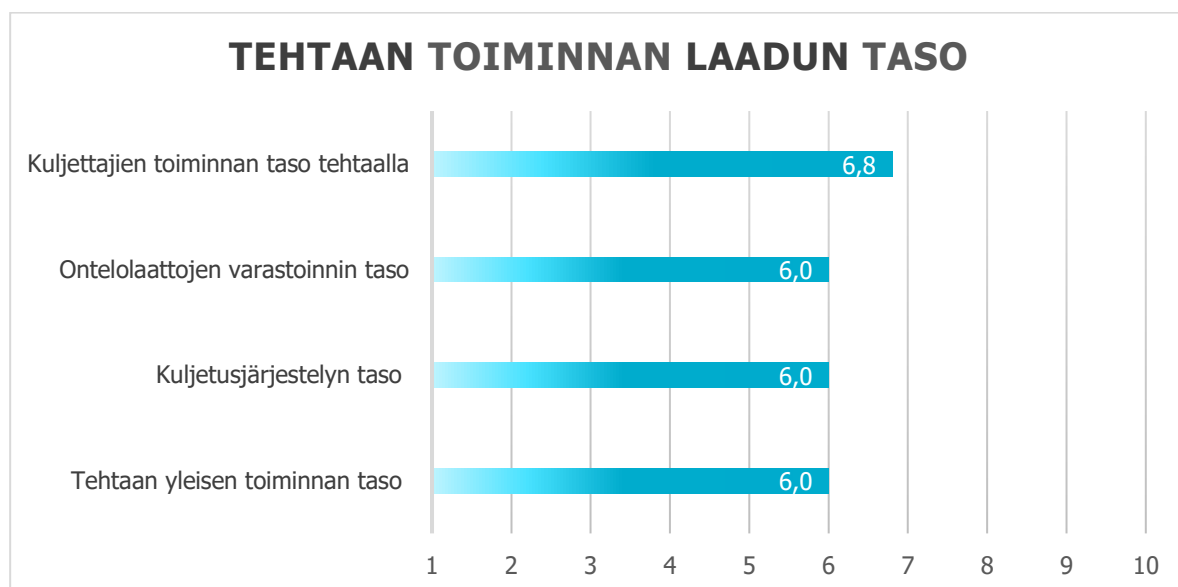


## 5.2 Pihaurakoitsija

Tässä alaluvussa analysoidaan kysely- ja haastattelututkimuksen tulokset, liittyen Lujabetonin alihankkija, yhteistyökumppaniin, joka hoitaa tehtaan kaikki elementtien lastaus- ja varastointipalvelut. Myös tämäkin tutkimus toteutettiin kaksiosaisena, jossa tehtiin verkkokyselyn lisäksi satunnaisia puolistrukturoituja haastatteluja pihaurakoitsijan työntekijöille.

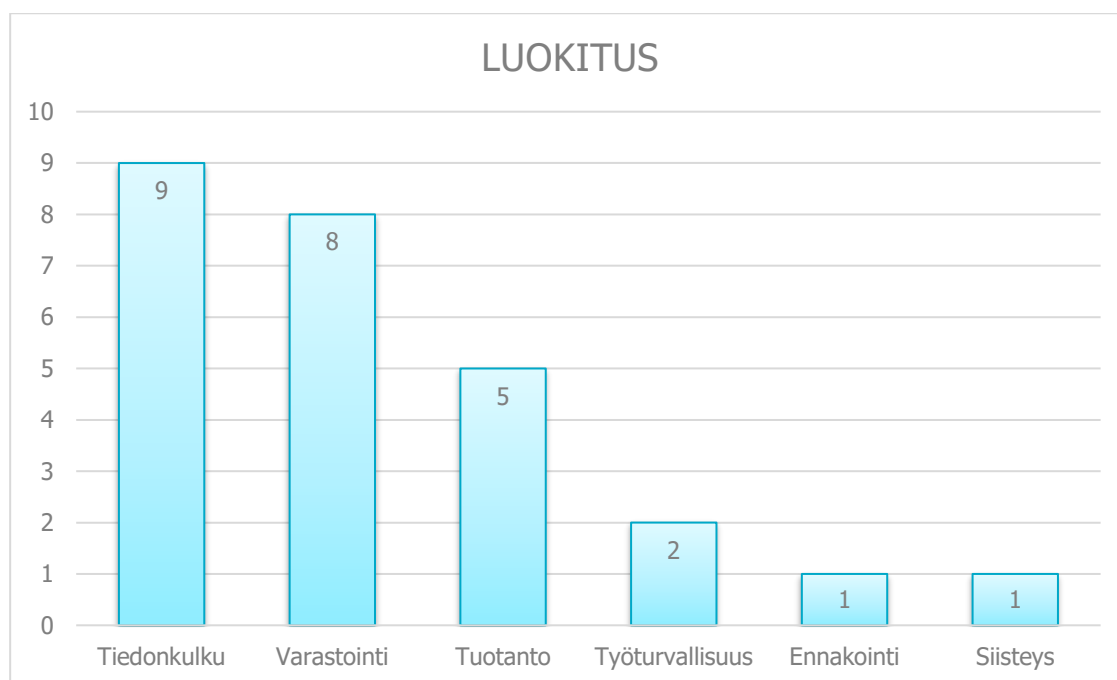
Verkkokysely lähetettiin pihaurakoitsijan yhteyshenkilölle, joka jakoi kyselyn eteenpäin työntekijöille. Siilinjärven Lujabetonin yksikössä työskentelee 10 henkilön vahvuinen pihaurakoitsija ryhmä, johon kytkeytyy kolmen hengen taustatyöryhmä. Verkkokyselystä saadun datan perusteella, kysely tavoitti kaikki 13 henkilöä, joista viisi antoi vastaukset kyselyyn. Vastausprosentiksi muodostui 38 % ja keskimäärin vastaaja käytti kyselyyn aikaa noin 11 minuuttia.

Liitteestä 3 löytyy tehtaan varastoinnista ja lastauksesta vastaavalle taholle suunnattu verkkokyselylomake. Kyselyssä esitettiin avoimien kysymysten lisäksi erilaisia varastointi- ja toimitusketjun laadun tasoon liittyviä kysymyksiä, joihin sai antaa arvion numeroasteikolla 0–10 (0 = en osaa sanoa). Kuten Kuvasta 12 voi havaita, tehtaan yleisen toiminnan taso, kuljetusjärjestelyn taso sekä ontelolaattojen varastoinnin taso saivat arvosanaksi 6,0 joka asettuu hyvän ja kohtalaisen arvosanojen puoliväliin. Kuljettajien toiminnan taso sai arvosanan 6,8 joka taas on jo lähellä hyvän tasoa. Vastausten arvosanojen perusteella varastoinnissa ja yhteistyössä olisi selkeästi kehitettävää.



KUVA 12. Tehtaan toiminnan laadun taso

Yksi osa kyselytutkimuksen analysointia oli luokitella vastauksen omiin kategorioihin. Kaaviosta X voi visuaalisesti havainnoida minkä kategorian palautteita määrällisesti kysely tuotti. Määrällisesti eniten ongelmakohtia löytyi tiedonkulusta, varastoinnista sekä tuotannosta. Yksittäisiä ongelmakohtia löytyi vastausten perusteella kategorioista käyttäytyminen, ennakointi, alihankkijan kaluston kunto sekä siisteys. Kuvan 13 sisältö perustuu liitteen 5 tutkimusanalyysiin, josta löytyy tarkempi analyysitulokko.



KUVA 43. Kyselytutkimuksen vastausten luokittelu, pihaurakoitsija

### 5.3 Kuljetusliikkeet

Siilinjärven Lujabetonin elementtitoimituksista vastaavat vakituiset liikennöitsijät. Näiden toimijoiden alle lukeutuu yhteen arviolta 20–30 työntekijää, joista toiset ovat säännöllisesti tekemisissä elementtitoimitusten parissa ja taas toiset enemmän epäsäännöllisesti.

Liitteen 2 mukainen Webropol-verkkokysely lähetettiin liikennöitsijöiden yhteyshenkilöille, joita saateviestissä pyydettiin välittämään kysely omille työntekijöille. Kyselyn seurantadatan mukaan, kyselyn kävi avaamassa yhteensä kahdeksan henkilöä, joista ainoastaan yksi henkilö palautti kyselyn! Saatujen vastauksien pohjalta, verkkokyselyn tulosten analysointi ei ollut millään tasolla mahdollinen ja validi. Kuljetusliikkeet ovat tekemisissä useiden eri Lujabetonin ulkoisten sidosryhmien kanssa, joten heidän näkemyksensä toiminnan tasosta ja siihen liittyvistä ongelmakohtista olisi ollut tärkeää tietoa.

Verkkokyselyn lisäksi haastattelututkimukseen osallistui kaksi satunnaisesti lastauspaikalle saapunutta elementtirekan kuljettajaa. Esitin haastattelukysymyksiä liittyen lastaus- ja varastointi- ja toimitusketjun toimivuuteen, mutta vastaukset eivät johtaneet mahdollisiin tehtaan sekä yhteistyön ongelmakohtiin tai niiden juuriin. Ainoat haastattelussa ilmenneet ongelmakohdat liittyivät kuljetusliikkeen oman organisaation sisäisiin ongelmiin, sekä satunnaisten työmaiden talviolosuhteisiin, jotka hankaloittavat kuorman purkutoimia. Näitä asioita en näe tarpeelliseksi avata enempää tässä opinnäytetyön raportissa.

### 5.4 LB toimintajärjestelmän rekisterit

Yksi hyvä keino tutkia varastointi- toimitusketjussa tapahtuvia haasteita, oli Lujabetonin oma toimintajärjestelmän rekisterit eli TJR. Järjestelmästä löytyi aiheeseen liittyvää materiaalia, niin ulkoisten

reklamaatioiden ja asiakaspalaut-teiden, kuin toimittajareklamaatioiden ja sisäisten palautteiden muodossa. Järjestelmään on kirjattu tapahtumia yli 20 vuoden ajalta, mutta opinnäytetyö tutkimuksen otanta on noin puolentoista vuoden takaiset kirjaukset, jotka koskivat Siilinjärven Lujabetonin varastointi- ja kuljetustoimintaa. Tapauksista jätettiin huomioimatta ongelmien mahdolliset taloudelliset vaikutukset Lujabetonille sekä elementtien tilaajalle, ja keskityttiin tutkimaan ongelmien juursyitä.

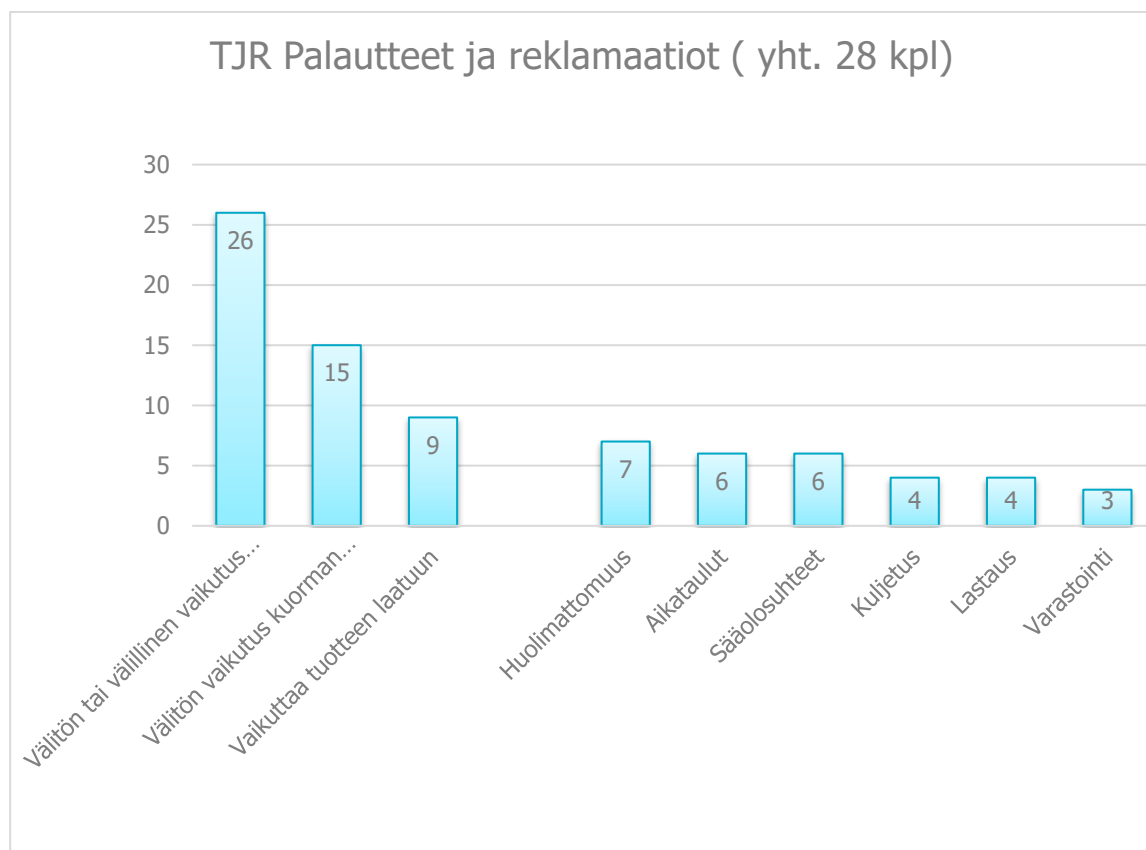
Toimintajärjestelmän rekisteristä löytyi tarkasteluajanjaksolta 1.1.2023–19.7.2024 yhteensä 28 kpl Siilinjärven Luja-betonin varastointi- ja kuljetustoimintaan liittyviä reklamaatioita ja palautteita. Liitteen 6 analyysitaulukosta löytyy toimintajärjestelmän rekisterin id-tunnisteen mukaiset referoidut tapaukset, niille on annettu tapausluokitus ja tarkasteltu tapauksen vaikutusta elementtien laadun ja työmaan sujuvuuden näkökulmista. Kuvan 14 ensimmäinen pylväs vasemmalta kuvastaa tapauksien vaikutusta tuotteen laatuun, kun taas toinen pylväs välitöntä vaikutusta kuorman purkautumisen aikatauluun ja kolmas pylväs välitöntä tai välillistä vaikutusta työmaan rakennusaikatauluun.

Tapauksia tutkiessa, lähes joka kolmas tapaus varastoinnin ja toimituksen aikana tapahtuneista ongelmista näytti vaikuttaneen tuotteen laatuun heikentävästi. Kuvasta 14 voi havainnoida määrinä, mitä oli varastointi- ja toimitusketjussa elementtien laatuun vaikuttavia tekijöitä. Vaikuttavia tekijöitä olivat varastointimenetelmät, huolimattomuusvirheet, lastaustoiminta, sääolosuhteet sekä kuljetuksen aikana tapahtuneet vauriot. Elementtien laatuun vaikuttavat vauriot olivat toimintajärjestelmän rekisterin mukaan naarmuja, kolhuja, lohkeamia ja likaisia pintoja.

Tarkastellessa vaikutusta kuorman purkautumisen aikatauluun työmaalla voi todeta, että yli puolilla ongelmatapauksista on välitön vaikutus kuorman purkautumisen aikatauluun. Suurimpina vaikuttavina tekijöinä oli kuorman myöhästymisen eri syiden vuoksi ennalta sovitusta aikataulusta. Toinen silmään pistävä välitön tekijä kuorman purkautumisen myöhästymiseen oli varastointi- ja toimitusketjun eri vaiheissa tapahtuneet huolimattomuusvirheet. Huolimattomuusvirheet olivat mm. kuorman lastattuja väärinä elementtejä, onteloiden nostoapuvälineitä oli unohtunut ontelo-laatta toimituksista ja ontelolaattoja jäänyt lastaamatta kuormaan. Samat virheet toistuivat useissa toimintajärjestelmään kirjatuissa tapauksissa.

Kolmas tarkasteltava kohta oli varastointi- ja toimitusketjun ongelmien välitöntä tai välillinen vaikutusta työmaan rakennusaikatauluun. On hyvin merkillepantavaa, että lähes jokaisella (93 %) tapauksella on välitöntä tai välillinen vaikutusta työmaan rakennusaikatauluun. Tapaukset jotka vaikuttavat työmaan rakennusaikatauluun on arvioitu siten, että elementtien paikkakorjauksien, ylitasoitusten, piikkauksien, jäiden sulatuksien ja muiden korjauksien sekä lisä-töiden suunnittelun vievän työmaahenkilöstön työaikaa, ja näin ollen vaikuttavan myös rakennusaikatauluihin. Ainoastaan

varastointivaiheessa huomattut elementtien vauriot eivät vaikuttaneet työmaan rakennusaikatauluun, koska ne pystytään useimmiten korjaamaan ennen ennalta sovittua toimitusaikaa.



KUVA 54. TJR-palautteiden ja reklamaatioiden vaikutus ja luokitus

## 6 ONGELMAKOHDAT JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tässä luvussa tarkastellaan mitkä asiat nousivat elementtien toimitusketjun ja ontelolaattojen varastoinnin ongelmakohtiksi ja haasteiksi, sekä annetaan ehdotuksia kehittää tulevaisuudessa tehtaan toimintaa ja toimintatapoja. Kuten monissa ”ketjun” muodostavissa prosesseissa, myös betonielementtien toimitusketjun häiriöt ja ongelmat aiheuttavat odotusta ja viivästymistä ketjun sekä projektin loppupäässä. Ongelmia voidaan myös ajatella häiriöketjuna. Esimerkiksi suunnitteluvaiheessa tapahtuva häiriö vaikuttaa elementtien tuotantoon, ja sillä on myös mahdollinen välillinen vaikutus aina elementtiasennukseen saakka. Toimitusketjun puutteita pyritään korjaamaan ketjun eri vaiheissa muun muassa mahdollisilla aikataulujen kiristämisillä, jotka voivat herkästi johtaa laatuvirheisiin toimitusketjun eri vaiheissa. Toimitusketjussa tapahtuvien häiriöiden seurauksena aiheutuu usein lisäkustannuksia sekä laatu- ja aikatauluongelmia (Saastamoinen 2014, 17).

Elementtien toimitusketjun ongelmakohdat ja kehitysehdotukset, sekä ontelolaattojen varastoinnin ongelmakohdat ja kehitysehdotukset alaluvuissa, pääpaino on asetettu muutamille, mielestäni tärkeimmille tutkimustuloksista ilmenneelle ongelmakohtille. Ongelmakohdat ja kehitysehdotukset on valittu sen mukaan, minkä vakavuustason luokituksen ne ovat saaneet tutkimustuloksien loppuanalyysiin, sekä jos ongelmakohta on usein määrällisesti toistuva. Opinnäytetyön suuntauksen ollessa tutkimusluontoinen, ei kehitysehdotusten perusteella voi suoraan tehdä suoria toiminnallisia ratkaisuja, vaan vaihtoehdot on aina tarkasteltava kriittisesti ja suoritettava jatkotutkimus sen sopeuttamisesta työympäristöön. Kehitysehdotuksia on pohjustettu pienillä lähdetietoon tai laskelmiin pohjautuvilla perusteilla, mutta ehdotukset ovat hyvin suppeita. Ajatuksena onkin, että tämän opinnäytetyön kehitysehdotuksista voi saada ajatuksensimentä ja niistä voi lähteä kasvamaan jokin konkreettinen kehitystoiminta.

Opinnäytetyössä selvitin elementtien toimitusketjun ongelmakohtia haastattelujen, kyselyiden, kenttätutkimuksen ja Lujabetonin toimintajärjestelmän avulla. Toimitusketjun eri vaiheiden tutkimushenkilöiltä sain laatua mittaaviin kysymyksiin hyvin eritasoisia tuloksia. Tehtaalla työskentelevät alihankkijat kokivat toimitusketjun kohtalaisen ja hyvän tason välille, kun taas toimitusketjun loppupäässä olevat elementtien tilaajat eli asiakkaat olivat vahvasti sitä mieltä, että heille näkyvän toimitusketjun laatu hipoo erinomaista tasoa. Kuten jo aiemmin mainittu Lujan yksi arvoista kuuluu ”asiakas on avainasemassa” eli tarkoitus täyttää asiakkaan tarpeet ja tähdätä korkeaan asiakastyytyväisyyteen, joten tämä Lujabetoni on selkeästi onnistunut. Kuljetusliikkeiden rooli on varsin merkittävä toimitusketjun onnistumisen laadun kannalta, joten heidän vastausaktiivisuuden ollessa lähellä nollaa, jäi iso tärkeä osa tutkimuksesta saavuttamatta. Tutkimustulosten tarkemmat analyysit löytyvät raportin lopusta liitteistä 4–6.

## 6.1 Elementtien toimitusketjun ongelmakohtat

**1. Tiedonkulku:** Määrällisesti eniten ongelmien luokituksia tuli tiedonkulusta, sekä elementtien tilaajilta että pihaurakoitsijoilta. Haastatteluiden ja verkkokyselyiden pohjalta saatujen vastausten perusteella tämän opinnäytetyöntutkimukseen osallistuneet henkilöt kokivat, että toimitusketjun useissa eri vaiheissa on tiedonkulun haasteita. Elementtien tilaajat kokivat tiedonkulun haasteita työmaalle saapuvien elementtikuormien sisällöistä, ja kuorman purkautumisjärjestyksestä, joka voi aiheuttaa työmaalla jopa mahdollisen työturvallisuusriskin. Digitaalisten kuormakirjojen puuttuminen koettiin vastaajien keskuudessa myös yhdeksi tiedonkulun haasteista, jonka myötä elementtien kotiuttajalle oli jäänyt epätietoa kuorman sisällöstä tai fyysinen kuormakirja ei ollut koskaan tavoittanut tilaajaa. Elementtien kotiinkutsua tehdessä epätietoa ilmeni myös kotiuttamisprosessin kokonaiskulusta, jolloin epätietoisuutta on ollut mm. siitä kenelle toimittajan yhteyshenkilölle kotiinkutsu osoitetaan.

Haastatteluiden ja verkkokyselyiden vastatusten perusteella, tehtaan pihaurakoitsija kokee tiedonkulun puutteet ja ongelmat isona haasteena tehtaan yleistöiminnassa. Tämä heijastuu vahvasti myös tehtaan toiminnan laadun tasoon. Tiedonkulun haasteita vastausten mukaan ilmenee yleisellä tasolla varastointi- ja toimitusketjun useissa eri vaiheissa. Tiedonkulku koetaan puutteelliseksi, niin hallien sisäisesti, kuin myös hallien välillä, sekä Lujabetonin ja alihankkijoiden välillä. Tutkimushenkilöt kokivat vastausten perusteella kuljetusliikkeiden toiminnan tiedottamisen suhteen usein hyvin puutteelliseksi. Sopiminen tehtaalle saapumisesta saavuttaa lastaajat usein liian myöhään, eikä näin ollen tarvittavia ennakkovalmisteluja ehdi tekemään. Tiedonkulun katkoksia aiheuttaa myös muuttuvien tilanteiden reaaliaikaisen tilannekuvan puuttuminen. Ilmoittaminen toimittajalle muuttuvista tilanteista on usein alihankkijoiden takana, ja toisinaan tiedottaminen unohtuu kokonaan. Palaute voi huonoimmassa tapauksessa tulla toimittajalle ilmi vasta toimitusprosessin jälkeen reklamaation muodossa.

**2. Työturvallisuus:** Työturvallisuus ja siihen liittyvät haasteet nousivat tässä opinnäytetyöntutkimuksessa esille toimitusketjun eri osa-alueissa. Tutkimustulosten loppuanalyysissä, työturvallisuuteen liittyvät haasteet on määritelty aina vakavuustasolle suuri. Työturvallisuuteen liittyvät haasteet ilmenivät tutkimuksen mukaan useimmiten työmailla. Osa vastaajista koki seinä- ja sokkielementtikuormien toimituksen tasaisella ja pokatulla puoliperävaunulla turvallisuusriskiksi kuorman purkamisvaiheessa. Matalampia sokkeli- ja seinäelementtejä toisinaan kuljetetaan edellä mainituilla kuljetuskalustoilla elementtitoimitusten tehokkuuden optimoimisen vuoksi. Tasaisessa ja pokatussa puoliperävaunussa ei ole allaskärrylle ominaisia kulkutasoja, joista kuorman purkamisen eri vaiheet on turvallista suorittaa. Taakan kiinnityksen joutuu tekemään usein tikapuilta, joka tuo mukanaan työturvallisuusriskin.

Useampi vastaaja oli havainnut Lujabetonin valtuuttaman alihankkijan eli kuljetusliikkeen työntekijän toiminnassa työturvallisuus puutteita, kuten muun muassa henkilökohtaisten suojavarusteiden käytön laiminlyöntejä työmaalla, sekä epäkunnioittavaa käyttäytymisenä työmaan ympäristössä olleille henkilöille.

Kyselyn vastausten mukaan turvallisuusriskinä koettiin myös epätieto kuorman elementtien purkujärjestyksestä. Pääsääntöisesti elementtikuorman kuljettaja pystyy opastamaan oikean turvallisen

purkujärjestyksen kuorman purkajalle, ja tekemään apuna kuormaa tukevia välisidontoja, jotta purkuvaihe pysyy turvallisena. Toisinaan kuorman toimittanut henkilö ei ole mukana lastaustoiminnassa, vaan kuorma voidaan tehdä valmiiksi seinäelementtien kuljetusta varten tarkoitetuille irtopohjille tai suoraan rekan kyytiin, jolloin kuljettajan tehtäväksi jää varmistaa kuormasidonta ja toimittaa valmis kuorma työmaalle.

Siilinjärven Lujabetonin tehdasalueella tutkimushenkilöt kokivat kyselyn vastausten perusteella työturvallisuusriskejä Liikennöitsijöiden kuljetuskaluston huonosta kunnosta, sekä liian suurista liikennenopeuksista tehdasalueella.

**3. Toimitus ja aikataulut:** Toimitus ja aikataulu -luokituksen haasteet nousivat tässä opinnäytetyötutkimuksen jokaisessa eri osa-alueessa vahvasti esille. Toimitusten aikataulujen lupaaminen ja niissä pysyminen heijastuu vahvasti yhtiön imagokuvaan ja luotettavuuteen. Elementtien tilaajat ovat tutkimuksen mukaan joutuneet kokemaan haasteita toimitusten aikataulujen kanssa, kuten elementtitilausten mukaisia toimitusaikoja ei toimittaja ole pystynyt täysin mukailemaan. Elementtikuormien kuljetuksen tehokkuuden optimoimisen vuoksi, elementtien toimittajan on tehtävä tiivistä yhteistyötä kuljetuksen ja lastauksen kanssa, ja suunniteltava kuormien toimitusaikataulut niiden mahdollisuuksien puitteissa. Tämän elementtien tilaaja kokee monesti toimittajan palvelunlaadun heikokoutena.

Lujabetonin toimintajärjestelmästä kerätyn aineiston mukaan reklamaatioiksi muodostuneet toimitus ja aikataulu viiveet ovat usein seurausta muuttuvista tilanteista, kuten kuljetus-, purku- tai lastauskaluston rikkoutumisista. Nämä tilanteet vaikuttavat kuljetuskaluston puutteisiin, lastauksen ruuhkautumiseen sekä työmaalla kuorman purkautumisen aikatauluihin, ja näillä kaikilla on välillinen vaikutus tuleviin purku- ja lastausaikatauluihin. Muuttuvien tilanteiden varalle ei toimittajalla ole saataville helppoa, reaaliaikaista tilannekuvaa, jolloin myös reagointikyky toimitus- ja aikatauluongelmiin kasvaa.

**4. Huolimattomuus:** Opinnäytetyötutkimuksen tuloksia analysoidessa kävi ilmi, että puhtaasti huolimattomuuden aiheuttamia toimitusketjun ongelmia tuli vastaan säännöllisin väliajoin. Huolimattomuudesta johtuvat haasteet löytyi Lujabetonin toimintajärjestelmän kautta palautteiden ja reklamaatioiden muodossa. Useissa tapauksissa kuormaan oli lastattu ja työmaalle toimitettu rahtikirjasta poiketen väärä elementti tai yksittäinen elementti oli jäänyt lastaamatta kokonaan kuormasta. Tapaukset joissa väärää elementtejä oli mennyt työmaalle, johtui usein samoilla elementtitunnuksilla eri työmaalle valmistetuista tuotteista. Näiden edellä mainittujen tapauksien seurauksena jokaisesta huolimattomuusvirheestä kertyi niin ajallisia, taloudellisia kuin yhtiön imagoa heikentäviä tappioita.

Ontelolaattojen nostoapuvälineet olivat tämän opinnäytetyötutkimuksen tuloksien mukaan epähuomiossa unohtuneet tutkimuksen tarkasteluajavälillä useamman kerran toimittaa työmaalle. Elementtien toimittaja on sitoutunut toimittamaan nostoapuvälineet työmaalle ontelolaattakuorman mukana.

Huolimattomuudesta johtuvia toimitusketjun katkeamisia löytyi myös elementtitilausten vastaanotto- ja kuittaus vaiheista. Elementtitilauksia oli kirjattu tilauksesta poiketen väärille päivämäärille, sekä osa tilauksista oli jäänyt kokonaan kuitattua käsitellyksi.

## 6.2 Elementtien toimitusketjun kehitysehdotukset

**1. Tiedonkulku:** *Digitaalisten työkalujen hyödyntäminen*, kuten digitaalisten kuormakirjojen käyttöönotto tai pilvipohjainen tiedonjako. Digitaalisten kuormakirjojen käyttöönotto tulisi parantamaan merkittävästi toimitusketjun tiedonkulkua, etenkin aliurakoitsijoiden sekä elementtien tilaajien suuntaan. Digitaaliset kuormakirjat olisi mahdollista saada reaaliaikaisesti kaikille toimitusketjussa oleville osapuolille, ja tämä vähentäisi merkittävästi inhimillisiä virheitä sekä tiedonkulun katkoksia, sekä helpottaisi raportointia. Siirtyminen paperisista rahtikirjoista digitaalisiin rahtikirjoihin vaatii aikaa ja työtä, joten tässä muutama ajatus mitä siirtymässä tulisi ottaa huomioon. Tutki ensin voisiko digitaalisia kuormakirjoja integroida nykyisiin järjestelmiin. Huolellinen suunnittelu ja pilotointi, kun sovellova ohjelma rahtikirjojen digitalisoinnille on löytynyt, olisi hyvä tehdä ns. pilotointi eli kokeilla ohjelman toimivuutta pienessä mittakaavassa ja tehdä tarvittavat muutokset korjaukset ennen suurempaa käyttöönottoa. Käyttöönoton jälkeen käyttäjien tulisi saada toimittajalta koulutus digitaalisiin rahtikirjoihin, sekä tarjota sisäisille ja ulkoisille sidosryhmille tukea käyttövaiheessa. On hyvä huomioida, että sähköiset rahtikirjat tarvitsevat tietoturvaa sekä tietosuojaa esim. GDPR (General Data Protection Regulation). Muutosjohtaminen on tärkeä vaihe isossa muutoksessa. Sidosryhmien sitouttaminen muutokseen ja muutosvastarinnan hallinta ovat projektin toimivuuden kannalta tärkeitä vaiheita. Lopuksi vielä muutoksen toimivuuden aktiivinen seuranta, pikaiset korjaustoimenpiteet, sekä palaute sidosryhmiltä jatkokehittämistä varten.

Tai vaihtoehtoisesti, voisiko pilvipohjaista tiedonjakoa hyödyntää kuormakirjojen jakamiseen? Tänä päivänä suuri osa rakennusalan yrityksistä hyödyntää pilvipalveluja. Pilvipalvelut ovat usein suunniteltu siten, että niitä on helppo ja miellyttävä käyttää missä tahansa niin tietokoneella, puhelimella kuin tabletilla. Lujabetoni on äskettäin siirtynyt monelta osin käyttämään ERP-järjestelmän IFS-Cloud-palvelua, joten olisiko siinä laajentamisen mahdollisuus myös rahtikirjojen jakamiseen?

*Kommunikaation tehostaminen:* Säännölliset tilannekatsaukset ja ennakkoiva viestintä. Olisi tärkeää pitää säännöllisin väliajoin tilannekatsauksia toimitusketjun keskeisten osapuolien kanssa, joissa käytyisiin läpi tulevia toimituksia, kuormien sisältöjä, lastausperiaatteita ja lastaus- sekä toimitus-aikatauluja. Säännöllisillä tilannekatsauksilla saisi vähennettyä epätietoisuutta ja minimoitua virheiden määrää. Lisäksi ennakkoivaa viestintää olisi tarpeellista kehittää, etenkin kuljetusliikkeiden osalta. Tässä voisi hyödyntää esimerkiksi raportointia ja toimittaa kuljetusliikkeille säännöllisesti, kuukausi tai projektikohtaisesti yhteenvetoja yhteistyön yhteistyön tilanteesta ja onnistumisesta, sekä antaa parannusehdotuksia tulevaan.

*Standardoidut tiedonkulkuprosessit ja selkeät ohjeistukset*, olisi tärkeä osa joka päiväistä ennakkoivaa viestintää. Tätä varten olisi tärkeää olla elementtien toimittajan laatima, selkeä ohjeistus yhteisistä toimintatavoista. Standardoidut tiedonkulkuprosessit ja yleiset ohjeistukset vaatisivat toimiakseen säännöllistä koulutusta ja perehdytystä toimitusketjun eri osapuolille. Tämä varmistaisi sen, että toimitusketjun kaikille osapuolille olisi yhtenäinen ohjeistus ja toimintatapoja osattaisiin hyödyntää ja niiden merkitys olisi ymmärrettävää.

Voisiko tiedonkulun liikkumista seurata? *Tiedonkulun Seuranta- ja palautejärjestelmällä* voisi olla mahdollisesti kehittää, seurata ja analysoida tiedonkulun sujuvuutta. Seuranta- ja palautemittareilla



voisi nopeasti tunnistaa ongelmakohtat, tiedonkulun katkokset ja tarttua korjaaviin toimenpiteisiin. Lisäksi toimiva palautejärjestelmä mahdollistaisi tiedonkulun jatkuvan kehityksen.

**2. Työturvallisuus:** Sopivan kuljetuskaluston käyttö: Allaskärryjen ensisijainen käyttö seinämäisten elementtien toimituksessa olisi turvallisin vaihtoehto, niin lastaus kun purku toimintaa ajatellen. Ongelmaksi tässä muodostuu kova kustannuspaine kuormien tehokkuuden saavuttamiseksi. Allaskärryjen fyysiset lastausmitat ovat suhteellisen pienet, jonka vuoksi kuorma koot eivät aina saavuta haluttua tehokkuutta. Kuormakokojen tehokkuutta, kustannuspainetta, ja sitä kautta turvallisempaa työskentelyä voisi saavuttaa ottamalla tarjous- ja kustannuslaskentavaiheessa kuljetuskustannukset tarkemmin huomioon, etenkin pitkien ja matalien, erityisen paksujen ( yli 500 mm), erilaisia sivusuuntaisia ulokkeita sisältävien, sekä paljon aukkoja sisältävien seinämäisten elementtien osalta.

*Lastaus- ja purkuprosessien dokumentointi ja seuranta:* Elementtikuormien lastaus- ja purkuprosessien toteutus ovat usein kahden eri alihankkijan tai alihankkijan ja asiakkaan välinen tapahtuma, jota kuitenkin ohjataan toimittajan puolesta. Näissä prosesseissa suoritetaan aina raskaan taakan nostotoita, ja mahdollisuus työtapaturmaan sekä elementtien vahingoittumiseen on läsnä. Lastaus- ja purkuprosessien jatkuvaan valvontaan ei ole toimittajalla resursseja, eikä tehokasta ja selkeää työkalua. Paperinen rahtikirja ei palvele tehokkaasti ja reaaliaikaisesti lastaus- ja purkuprosessien etenemistä ja näin esimerkiksi epätietoisuus kuorman purkujärjestyksestä voi aiheuttaa turvallisuusriskin. Lastaus- ja purkuprosessien turvallisuuden kehittäminen vaatisi selvästi digitalisoitumista. Jos sähköiset rahtikirjat olisivat käytössä, voisiko siihen lisätä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi helppokäyttöisiä, automatisoituja tarkastuslistoja tai integroituja dokumentointijärjestelmiä? Tarkastuslistat voisivat sisältää erilaisia tarkastuspisteitä, kuten kuorman kiinnitys ja sidonta, kuormaus- / purkujärjestys, ja turvallisuusmääräysten noudattaminen. Dokumentointijärjestelmillä taas toimittaja voisi saada reaaliaikaista tietoa kuorman lastauksen- ja purkamisen aikana tapahtuvista ongelmakohtista ja turvallisuusriskeistä, joihin voisi nopeasti reagoida. Paperinen rahtikirja palautuu muutaman arkipäivän päästä tehtaalle, josta voi lukea lastaus- ja purkuprosessin aikana ilmenneistä ongelmista ja jälkeempäin tapausten tutkiminen vie paljon arvokasta aikaa ja tapaukset ovat päässeet jo vääristymään sekä unohtumaan.

**3. Toimitus ja aikataulut:** *Riskienhallinta ja varasuunnitelmat; Potentiaalisten ongelmien analyysi, varakaluston käyttö:* Tämän opinnäytetyön tiimoilta ei tullut vastaan toimitusketjun aikana tapahtuvien ongelmien aiheuttamien toimitusten viivästymisten riskienhallintaa tai varasuunnitelmia. Voisiko näiden osalta tehdä kattavan, potentiaalisten ongelmien analyysin eli POA:n, jonka avulla toimitusketjun mahdolliset ongelmakohdat arvioitaisiin, sekä tunnistettaisiin ja häiriötilanteiden varalle olisi selkeät toiminta-suunnitelmat. POA:n tavoitteena on löytää toimitusketjun työvaiheiden keskeisimmät ongelmat ja vaarat, sekä niihin liittyvät onnettomuustekijät ja riskipaikat. Ongelmat, vaarat ja riskit tulisi priori-soida ja niille merkata vastuuhenkilöt. Toimintasuunnitelmiin sisältyisi myös varakaluston käyttö muuttuvissa toimituksen aikatauluihin liittyvissä tilanteissa. Kyky reagoida toimitus- ja aikatauluviiveisiin muuttuvien tilanteiden johdosta voisi asiakkaisen silmissä parantaa merkittävästi yhtiön palvelun laatua, sekä lisätä luotettavuutta vahvana elementtien toimittajana.

*Palautteen kerääminen ja käsittely:* Sähköinen palautejärjestelmä toimitus- ja aikataulukysymyksiin auttaisi tehokkaasti tunnistamaan kehitysalueita. Saadun palautteen pohjalta toimitusprosessia voisi

tehokkaasti ja jatkuvasti kehittää sekä palvelun laatua ja asiakastyytyväisyyttä parantaa. Sama palauttejärjestelmä voisi olla käytössä sekä tehtaan työntekijöillä, alihankkijoilla, sekä asiakkailla. Palauttejärjestelmässä tulisi olla myös mahdollisuus antaa palautetta anonyyminä, jotta mahdollisesti kriittiset ja arkaluontoiset asiat eivät jäisi raportoimatta.

*Toimitusketjun läpinäkyvyys:* Toimitusketju tulisi suunnitella siten, että se olisi läpinäkyvä ja helpommin tulkittavissa. Kuten Harri Era Fellowmindilta toteaa, kirjoituksessaan toimitusketjun logistiikan hallinta: Tavarantoimittajan kysy reagoida muuttuviin tilanteisiin voidaan on suoraan suhteessa siihen, kuinka hyvä reaaliaikainen tilannekuva omasta ja kumppaneiden järjestelmistä on nähtävissä. (Era 2022.) Läpinäkyvyyttä siis tarvitaan koko toimitusketjuun.

**4. Huolimattomuus:** *Yksityiskohtaiset työohjeet, prosessinkuvaus:* Niin sanottuja huolimattomuusvirheitä aiheutuu myös epätietoisuuden johdosta. Prosessikuvausten laatiminen toisi työskentelyyn varmuutta ja selkeyttä toimitusketjun eri vaiheissa. Toimitusketjun kaikille osa-alueille olisi tarkat ja selkeät toiminnanohjeet, kuten tilausten käsittelylle, elementtikuorman lastaukselle, elementtien varastoinnille ja toimitukselle. Helposti saatavilla olevilla dokumenteilla varmistettaisiin, että ohjeistukset ja prosessien kuvaukset olisivat aina työntekijöiden tukena.

*Tilauksen vahvistusprosessit:* Kuten Lujabetonin toiminta järjestelmän rekisterin kautta kävi ilmi, elementtien kotiinkutsuja voi jäädä huomaamatta toimittajalta, koska yhteen ja samaan sähköposti-osoitteeseen tulee kaikkien Lujabetonin tehtaiden elementtitilaukset. Yhdellä elementtitilauksella voi olla usealla eri tehtaalla valmistettuja elementtejä, jolloin virheen mahdollisuus kasvaa. *Kaksivaiheisen tilauksen vahvistus* toisi lisäturvaa ja poistaisi riskien mahdollisuutta. Tämä tarkoittaisi sitä, että tilaajan sekä toimittajan molempien tulisi hyväksyä tilauksen yksityiskohdat ennen tiettyä määräaika, sovitulla kuittausmenetelmällä. Esimerkkitapauksessa tilaaja oli tehnyt elementtien kotiinkutsun, jota toimittaja ei ollut elementtitilauksien sähköpostista havainnut, jolloin elementit jäi tilaajan toivomaan määräaikaan mennessä toimittamatta. Elementtien tilaajalle lähtee automaattinen ilmoitus, jossa kerrotaan, että tilaus käsitellään viimeistään seuraavana arkipäivänä. Jos tilauksen käsittelyä koskevaa viestiä ei tilaaja jostain syystä saa, olisi myös tilaajan vastuu tiedustella sen syytä. Molempien puolinen vastuu vähentäisi virheitä, parantaisi kommunikointia, lisäisi vastuuta ja vahvistaisi kriittiset ja arkaluontoiset asiat eivät jäisi raportoimatta.

*Toimitusketjun kaksinkertainen tarkastus:* Lujabetonin toimintajärjestelmän rekisteristä saadun tiedon mukaan tarkasteluajaväliltä löytyi useita huolimattomuusvirheitä kuormasta pois jääneistä elementeistä ja nostoapuvälineistä. Tapauksissa lastattu väärä elementtejä kuormaan ja osa elementeistä sekä ontelolaattojen nostoapuvälineistä oli jäänyt kokonaan kuormasta pois. Nähdäkseni näitä huolimattomuusvirheitä voisi tulevaisuudessa vähentää tai jopa poistaa kokonaan vakinaistamalla käytännön kaksinkertaisesta tarkastuksesta. Toimittaja ennalta määrittäisi tarkastusta varten tarkastettavat kohdat sekä tarkastuksen suorittavat henkilöt. Tarkastuksen toinen osapuoli voisi olla lastauksesta vastaavan toimijan työntekijä ja toinen osapuoli toimittajan työntekijä. Näin ollen myös vastuu jakautuisi tasaisesti sekä toimittajalle ja alihankkijalle. Toinen variaatio voisi olla, että lastauksen suorittava alihankkija sekä elementtien toimittaja tekevät kaksinkertaisen tarkastuksen lastauksen päätyttyä. Tarkastettavia kohteita, jotka tulisi täsmätä rahtikirjan kanssa: elementtien määrä, elementtitunnukset, elementtien kohdetyömaa ja muut tarvittavat tarvikkeet.

### 6.3 Ontelolaattojen varastoinnin ongelmakohdat

Kyselyiden, haastatteluiden ja Lujabetonin toimintajärjestelmän rekisterin avulla sain opinnäytetyötutkimukseen kerättyä tietoa ongelmakohdista, jotka liittyvät ontelolaattojen varastoinnin eri vaiheisiin. Webropol-verkkokyselyllä kartoitettiin myös tehtaan ontelolaattojen varastoinnin laadun tasoa ja kyselyyn vastanneiden mukaan laadun taso asettui hyvän ja kohtalaisen arvosanan väliin. Tutkimuksen yksi tärkeä osa, eli kuljetusliikkeet ja niiden työntekijät jättivät vastaamatta verkkokyselyyn, joten heidän arvokas näkökulma ontelolaattojen varastojärjestelmän toimivuudesta jäi saamatta tutkimukseen mukaan. Verkkokyselyn kysymys kuljetusliikkeille ontelolaattojen varastoinnin ja lastauksen toimivuudesta, vastaukset olisi ollut ehdottoman tärkeä saada mukaan tutkimustuloksiin.

Tämän opinnäytetyön tutkimustulosten pohjalta, olen asettanut pääpainon kolmelle eri ongelmakohdalle, jotka vaikuttavat ontelolaattojen varastoinnin jokapäiväiseen toimintaan.

**1. Varastokirjanpito:** Haastatteluiden sekä verkkokyselyn vastausten perusteella varastokirjanpidon kehityskaari on jämähtänyt paikoilleen. Varastokirjanpitoon tehtaalla on käytössä KymppiPRO-sovellus, joka ei haastatteluiden mukaan lähtökohtaisesti toimi parhaalla mahdollisella tavalla ontelolaattojen varastoinnissa. KymppiPRO on toimiva sovellus yksittäisten elementtien varastokirjaamisissa, mutta ontelolaatat tulisi kirjata varastoon kokonaisina nippuina kuomanumeroilla, ja tämä ominaisuus sovelluksesta puuttuu. Lisäksi onteloiden varastokirjanpidon apuna varastotyöntekijät joutuvat käyttämään paperista varastokarttaa, johon he merkkäavat varastoidun kuorman nipputuksen ja toimitettavan kohteen nimen. Tässä olisi selkeä kehityksen paikka.

**2. Varastotilojen käyttö ja tuotannosta tulevat ontelolaattaniput:** Ontelolaattojen varastointitilojen käyttöä tulisi tehostaa, koska tehtaalla haasteena on kova kustannuspaine varastointitoiminnoissa, sekä tehtaan tontin riittävyys varastojen kasvaessa toimitusten siirtyessä. Suuri haaste ontelolaattojen varastoinnissa on niiden suuri koko, joka vie suuren osan tehtaan varastokapasiteetista. Lisäksi tuote itsessään voi olla aina 20 m pitkistä ja 10 000 kg painavasta laatasta yhden metrin pituiseen, muutaman sadan kilon painoiseen laattaan, joka tuottaa myös varastotilojen hallinnassa haasteita. Tämän opinnäytetyön haastatteluiden ja verkkokyselyn vastausten perusteella, varastointitapoja olisi syytä tehostaa.

Lähes kaikki haastatteluiden ja verkkokyselyn vastaajat kokivat tuotannosta tulevien vaillinaiset ontelolaattaniput isoksi haasteeksi varastointijärjestelmässä. Haastatteluiden pohjalta saatujen tietojen mukaan, on varsin tavanomaista, että osa ontelolaattanippujen laatoista tuotanto joutuu valmistamaan eri linjoilla tuotannollisista syistä. Tuotanto pyrkii valitsemaan valuohjelmat mahdollisuuksien mukaan siten, että linjalta tulisi ulos valmiita ontelolaattanippuja tai jopa kokonaisia kuormia. Se ei aina ole mahdollista, ja suurimmat siihen vaikuttava tekijä siihen ovat punosmäärien optimointi, valupedin pituus sekä nippujen mahdolliset eripaksuiset laatat. Näiden seurauksena osa ontelolaattanippujen laatoista valetaan eri valuohjelmalla, ja näin ollen osa laatoista on valmiina varastoitavaksi eri aikaan.

Tämän opinnäytetyötutkimuksen pohjalta saatujen tietojen mukaan ongelmaksi vaillinaisten ontelolaattanippujen varastoinnin kohdalla muodostuu ylimääräiset työvaiheet, sekä varastokirjanpito.

## 6.4 Ontelolaattojen varastoinnin kehitysehdotukset

**1. Varastokirjanpito:** Viivakoodi, QR ja RFID: Verkkokyselyiden sekä haastatteluiden perusteella saatujen palautteiden mukaan varastokirjanpito kaipaisi lisää helppokäyttöisyyttä. Varastokirjanpito on osittain sähköistä ja osittain paperilla joka ei vastaa täysin tämän päivän varastointimenetelmiä. Tähän ongelmaan olisi saatavilla jo pitkään markkinoilla olleita RFID-teknologia (Radio Frequency Identification) ja viivakoodiratkaisuja. Kuten Kallonen diplomityössään kirjoittaa, RFID on 2000-luvulla erilaisten kohteiden tunnistamista varten suunniteltu tekniikka. RFID-tekniikka muodostuu kahdesta pääosasta: pienikokoisista passiivisista tunnistimista, joiden sisältö pystytään lukemaan langattomasti tarkoitukseen sopivalla lukulaitteella. RFID-järjestelmän etuja ovat sen yksinkertaisuus, halpuus ja kestävyys. (Kallonen, 2006).

Myös viiva- ja QR-koodijärjestelmät varastoinnin apuna ovat hyvin kehittyneitä tänä päivänä. Viivakoodi ja QR-koodi (Quick Response) lähes samalla periaatteella. Koodit on luettavissa älypuhelimilla tai tabletilla, tai niihin liitettävällä lisälaitteella, kuten viivakoodinlukijalla. Koodien etuja ovat niiden varmuus, nopeus ja helppous. Heikkoutena on lukuvarmuuden kärsiminen keliolosuhteiden, kuten jään, lumen ja kosteuden vuoksi (Ahola 2015).

KymppiPRO-sovelluksen räätälöinti: Tällä hetkellä ontelolaattojen varastoinnin kirjaukseen on käytössä KymppiPRO-sovellus, mutta sen ongelmana on se, ettei sillä saa kirjattua kokonaisnippuja varastopaikoille, vaan yksittäisiä elementtejä. Onko KymppiPRO:n laajentamisen mahdollisuuksia ontelolaattojen varastoinnin osalta tarkasteltu? Jo olemassa oleva, muiden elementtien osalta toimivan varastointijärjestelmän ”räätälöinti” olisi mahdollisesti suhteellisen helppo toteuttaa ilman suurempia varastointitapojen muutoksia ja kalliita investointeja.

KymppiPRO:n käyttöominaisuudet ja mahdollisuudet ovat itselleni vielä vieraat, mutta pystyisikö sen avulla kehittämään esimerkiksi (Integroitua) sähköistä varastokarttaa? 2020-luvulla kaikkien toimitus- ja varastointiketjun vaiheiden tulisi olla digitalisoituja, niiden käyttömahdollisuuksien, helppokäyttöisyyden, toiminnan varmuuden ja työn tehostamisen vuoksi.

**2. Varastotilojen käyttö ja tuotannosta tulevat ontelolaattaniput:** Lujabetonin tietokannasta poimitus keskiarvon mukaan, vuosina 2020–2022 tehtaalta lähti ontelo-laattoja noin 5 500 kpl, joka on noin 1 400 – 1 800 ontelolaattanippua. Edellä mainittu toimitus-määrä vastaa kutakuinkin myös tuotantomäärää. Ontelolaattatuotannosta saadun tiedon mukaan, tehtaan ontelolaattojen kokonaisvarastokapasiteetti tämän hetken määritettyjen varastojen puitteissa on noin 7 000–8 000 m<sup>2</sup>. Taulukosta 1 voi havainnoida ontelolaattojen tuotantomäärän olleen vuosina 2020–2022 keskimäärin 44 000 m<sup>2</sup>, joten suhteutettuna tuotantomäärää jo käytössä olevaan varastokapasiteettiin, on se vähintäänkin hyvin mitoitettu. Laskelmista on jätetty pois vuosi 2023 asuinrakentamisen romahdettua. Näiden niin sanottujen normaalien vuosien tuotantomäärät ovat keskimäärin 3 500 m<sup>2</sup> kuukaudta kohden (Vaihteluväli 1 500–5 000 m<sup>2</sup>), jonka mukaan tämän hetkinen varastokapasiteetti on tuotantoviikoiksi muutettuna on reilu kahdeksan tuotantoviikkoa. Tuotantomäärien ollessa huipussaan yksittäisinä tuotantokuukausina (noin 5 000 m<sup>2</sup>), on varastokapasiteetti edelleen noin kuusi tuotantoviikkoa.

TAULUKKO 1. Varastokapasiteetti suhteutettuna tuotantomääriin

Vuosi	Tuotanto- määrä m <sup>2</sup>	Varastokapasiteetti m <sup>2</sup>	Tuotanto- määrä kuu- kaudessa keskiarvo m <sup>2</sup>	Varastokapasiteetti tuo- tantoviikkoina	Toimitus- määrä m <sup>2</sup>	Varaston vaihtu- vuus
2022	46 200	7 000	3850	7,3	43 500	94 %
2021	46 700	7 000	3892	7,2	45 200	97 %
2020	40 000	7 000	3333	8,4	37 300	93 %

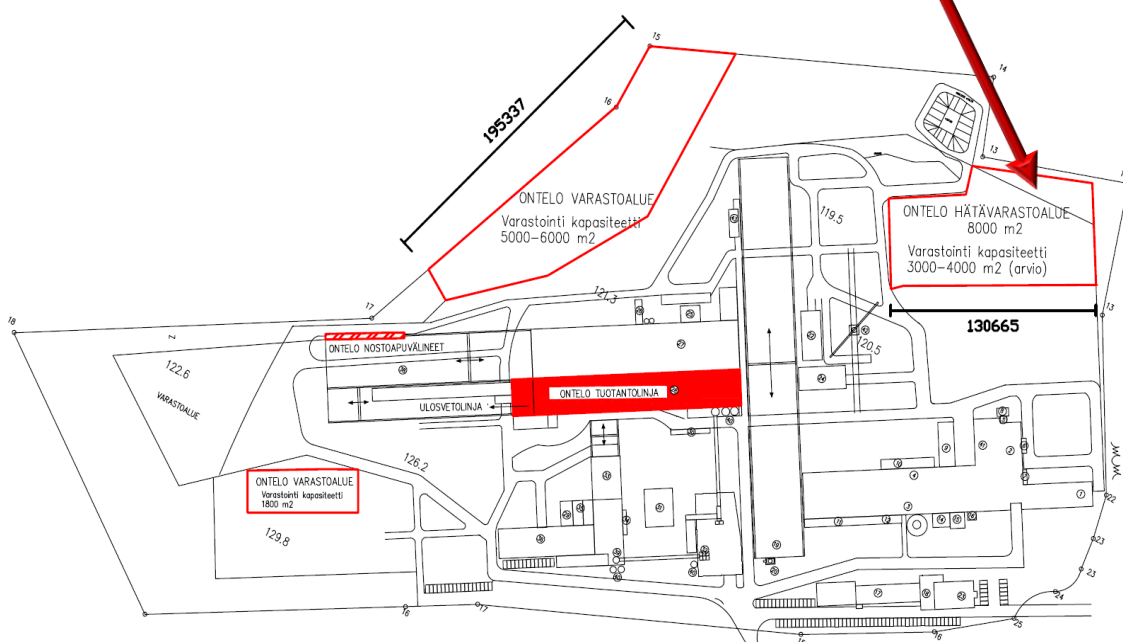
Siilinjärven Lujabetonin tehtaalla ontelolaattojen lastauksen ruuhkautumisesta ei ole aiheutunut merkittäviä ongelmia, hyvän lastauksen koordinoinnin ja tehokkaan pihaurakoitsijan ansiosta. Vähäiset lastauksen ruuhkautumiset ovat aiheutuneet pääosin muuttuvien keliolosuhteiden tai laite- ja kone-rikkojen vuoksi. Jalkakuormat ovat erityisen hyviä etenkin silloin, kun lastauksesta tulee toimitusketjun ”pullonkaula”. Jalkakuormien käyttöönotto pienessä määrin voisi antaa lisää joustavuutta ja mahdollisuuksia ontelolaattojen varastoinnille tehdasalueella, sekä antaa reagointikykyä muuttuviin tilanteisiin, kuten toimitusten siirtymisiin. Lisäksi jalkakuormat nostaisivat lastauskapasiteettiä, sekä minimoisi kiireellisiä lastauksia. Jalkakuormien hyviä puolia on lisäksi se, ettei lastauksia ole aikaan sidottu, vaan kuljetusliikkeet voivat käydä noutamassa kuormat oman aikataulun mukaan.

Perustuen laskelmiini varastokapasiteetin riittävydestä, sekä kokemustiedon perusteella suurille varastotapojen muutoksille ei mielestäni Siilinjärvellä Lujabetonilla ole tarvetta. Erilaiset ontelolaattojen varastointitavat, kuten nosturiratavarastointi, lukkivarastointi tai ontelolaattojen jaloittaminen ovat valttavan suuria investointeja suhteessa tuotantomäärään sekä todelliseen tarpeeseen. Valmiskuormat jaloille vaatisi varastointia varten terminaalitraktorin eli vetomestarin, jotta valmiit kuormat saisi varastoitua rekan lavan pituussuunnan mukaisesti. Siilinjärven Lujabetonilla ei ole kuormien jaloittamiseen tarvittavia varastojalkoja ja -pankkoja, eikä myöskään vetomestaria, joten varastoinnin ja lastauksen tehostamiseen tarvittavat investointikulut tulisi suhteuttaa tarkasti tuotantokapasiteettiin.

Tämän opinnäytetyön tutkimusten pohjalta suosittelisin tulevaisuudessa kehittämään varastointimenetelmiä pienemmässä mittakaavassa, suurien investointien sijaan. Voisiko poikkeuksellisen isojen varastotarpeiden vastaan tullessa ottaa käyttöön, niin sanotun ontelolaattojen ”hätävarastointialueen”? Yksi potentiaalinen paikka tälle olisi kuvassa 15 näkyvä varastoalue, joka sijaitsee tehtaan koilliskulmassa, alue on myös havainnollistettu kuvan 16 tehdaskartassa. Alue toimii tällä hetkellä varastoalueena sekä rekka- /autoparkkina. Varastoalue toimii kausituotteiden eli maatalouden laakasiilojen varastona, II-laatuisten maatalousvakiotuotteiden varastona, sekä Luja-modulipalikoiden varastona. Laakasiilovarastot huomioon ottaen on vapaata varastotilaa noin 8 000 m<sup>2</sup>, josta tehokkaalla tilankäytön suunnittelulla ja II-laatuisten maataloustuotteiden ja Luja-modulipalikoiden uudelleen järjestelyllä, voisi ontelolaattojen hätävarastointiin hyödyntää noin 3 000–4 000 m<sup>2</sup>, joka vastaa keskimääräistä kuukauden tuotantomäärää.



KUVA 15. Lujabetonin koillinen varastoalue (Ahtiainen 2024, CC BY-NC-SA)



KUVA 66. Kuvaleike AutoCAD®-suunnitteluohjelmasta: Siilinjärven Lujabetonin tehdaskartta (Ahtiainen 2024, CC BY-NC-SA)

Tehostetulla ja hyvin koordinoitulla tilankäytön suunnittelulla voisi Siilinjärven tehtaalla saada paljon varastoinnin tehokkuutta pienellä budjetilla. Ontelolaattojen varastotilojen ja tehtaan kokonaisvarastotilojen uudelleen tarkastelulla voisi optimoida varastointitavat ja maksimoida tilankäytön. Varasto-alueita voisi uudelleen tarkastella laajemmin, kuin mitä ontelolaatta varastot tällä hetkellä ovat. Olisiko muiden tuotteiden, kuten maatalouden vakiotuotteiden tai ratapölkkyjen uudelleen järjestelyllä vaikutusta ontelolaattojen varastoinnin tehokkuuteen?

Pihaurakoitsijalta saatujen kyselyvastausten perusteella, useat vastaajat kokivat, että tuotannosta tulevat vaillinaiset ontelolaattaniput ovat iso haaste varastointijärjestelmässä. Tämä taas aiheuttaa sen, että ontelolaattojen varastointiin tulee lisää työvaiheita ja varastokirjanpito vaikeutuu. Palautetta kyseisestä aiheesta tuli paljon suhteessa vastaajien määrään, joten tätä aihetta ei voinut täysin sivuuttaa.

Ontelonippujen laattojen eri aikaan valmistuminen vaikuttavia tekijöitä ovat punosmäärien optimointi, valupedin pituus sekä nippujen mahdolliset eripaksuiset laatat (esim. kylpyhuonelaatat eli kololaatat). Tähän aiheeseen liittyen ei löytynyt tutkimusmateriaalia, jota sopeuttamalla voisi kehittää edellä mainittua ongelmaa. Internetistä löytynyt materiaali ontelolaattojen valmistukseen liittyen on lähinnä yleisellä tasolla ohjeistavaa, eikä niitä voi hyödyntää tapausta varten. Hyvä tutkimusaihe olisikin esimerkiksi opinnäytetyöksi: *Ontelolaattatuotanto; Eri valuaikatauluilla valmistuvien nippujen koordinointi ja valuohjelmien optimointi.*

## 7 POHDINTA

Rakennusallalla työ- ja toimintatapojen tehokkuuden tarkastelu, sekä työhön liittyvien haasteiden ja ongelmakohtien kartoittaminen on tärkeää suorittaa aika ajoin, jotta työskentely pysyisi kustannus-  
tehokkaana, turvallisena, kilpailukykyisenä ja innovatiivisena. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, onko betonielementtien toimitusketjussa ja ontelolaattojen varastoinnissa haasteita ja ongelmakohtia Siilinjärven Lujabetonin toimipisteellä. Tutkimuksessa selvitettiin ulkoisten sidosryhmien kokemuksia toimitusketjun eri vaiheista, ja näiden tietojen pohjalta tehtyjen taulukko- ja kaavioanalyysien, pystyi visuaalisesti havainnoimaan keskeiset haasteet. Ulkoisiin sidosryhmiin lukeutuivat Lujabetonille alihankintaa tekeviä yhteistyökumppaneita, kuten useita eri kuljetusliikkeitä, tehtaalla toimiva pihaurakointipalvelu sekä elementtien tilaajia useista eri rakennusalan yrityksistä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa ongelmakohtia ja haasteita, joita sidosryhmille oli tullut vastaan toimitusketjun eri vaiheissa. Tämän vuoksi tutkimuksen avulla keräämä materiaali oli ainoastaan negatiivisävytteistä. Vastausten pohjalta pystyi hyvin tunnistamaan toimitusketjun haasteet ja ongelmakohdat, jotka olisi muuten voineet jäädä positiivisen palautteen varjoon. Ulkoiset sidosryhmät työskentelevät elementtien toimittajan koordinoiman toiminnan mukaisella ohjeistuksella, mutta toiminta on kuitenkin pääsääntöisesti varsin automaattista ja itsestään ohjautuvaa. Näin ollen, toisinaan ulkoisten sidosryhmien kohtaaminen ja siinä tapahtuva toiminta sekä vuorovaikutus jäävät monesti elementtitoimittajan käden ulottumattomiin.

Mielestäni onnistuin opinnäytetyöprosessin eri vaiheissa hyvin. Oli luontevaa lähestyä tämän hetkistä, pitkäaikaista työpaikkaani Lujabetonia opinnäytetyön aiheen tiedustelulla. Työn tilajaan kanssa saimme nopeasti valittua aiheen, jota lähdimme jalostamaan tarvittavaan laajuuteen opinnäytetyötä varten. Työn kriittistä tarkastelua kestävän teoreettisen viitekehyksen avulla pystyin luomaan vankan ja luotettavan perustan tutkimuksen tueksi. Tutkimusaineiston kerääminen onnistui monelta osin halutussa laajuudessa, mutta tutkimukseen jäi myös yksittäisiä ”mustia aukkoja”, kysely- ja vastausaktiivisuuden joiltakin osin puuttuessa. Yhden toimitusketjussa työskentelevän tahon vastausaktiivisuuden ollessa tasan nolla, jäi tärkeä osa tutkimuksesta saavuttamatta. Vastausaktiivisuus kuitenkin muilta osin oli varsin hyvä, ja näiden vastausten pohjalta tutkimusta pystyi viemään eteenpäin. Muiden työhön liittyvien tutkimusmateriaalien saaminen oli helppoa ja vaivatonta, koska pääsy työn tilaajan tietokantaan oli käytettävissä työsuhteeni ansiosta.

Opinnäytetyö tuotti merkittävän määrän, tilaajalle arvokasta näkemystä toimitusketjun eri toimintavaiheiden haasteista ja ongelmakohtista. Lisäksi opinnäytetyön tuotoksena tuli kattavat tutkimusanalyysit sekä runsas määrä kehitysehdotuksia toimitusketjun kehittämistä varten. Vaikka tutkimuksen pohjalta saatuja kehitysehdotuksia on vahvistettu luotettavalla lähdetiedolla ja viitekehyksellä, ei toimintatavat välttämättä sovi juuri tähän haluttuun ympäristöön. Opinnäytetyön suuntauksen ollessa tutkimusluontoinen, ei siitä saatujen materiaalien pohjalta pysty tekemään suoria ja toimintaa kehittäviä toimenpiteitä, vaan jokainen tutkimuksen tuloksena tullut kehitysehdotus vaatii tarkempaa tarkastelua ja mahdollista jatkotutkimusta. Pidän työtä erittäin onnistuneena, jos yksikin kehitysehdotus antaa toimitusketjun kehityksestä vastaaville toimijoille ajatuksensiementä, ja kasvaa siitä toteutuksen tasolle.



Opinnäytetyön tekeminen oli pitkä ja haastava oppimisprosessi, ja näin ollen matkalla tuli vastaan myös haasteita. Vaihdoin opintojeni loppupuolella rakennusmestari opinnot rekennustekniikan tuotantoinisinöörin opintoihin ja tämä toi mukanaan aikataulullisia haasteita. Päätin tässä vaiheessa laittaa opinnäytetyön taka-alalle ja keskittyä tuleviin insinööri opintoihin, joka oli varmasti oppimisen näkökulmasta tarkasteltuna paras vaihtoehto. Toisena haasteena opinnäytetyössä tuli vastaan työn laajuus ja rajaaminen. Mitä pidemmälle opinnäytetyön eteni, tutkimusvaiheeseen ja sitä seuranneisiin tutkimusanalyysiin, sekä ongelmien ratkaisuun, sitä häilyvämmäksi työn rajaaminen tuli. Työssä aiheena oli kaksi toisistaan irrallista, mutta toisiinsa vahvasti linkittyntä laajaa aihealuetta, joihin tutkimustulokset antoivat antoivat runsaasti tutkittavaa materiaalia, eikä saatua materiaalia osannut jättää käyttämättä. Jos aihealueet olisi aikaisemmassa vaiheessa saatu rajattua pienemmäksi tai yhteen osa-alueeseen, olisi työtä mahdollisesti pystynyt käsittelemään huomattavasti syvällisemmin, ja saa saada aikaan konkreettisempia kehitysehdotuksia.

Vastaavasta aiheesta tehtyjä tutkimuksia ei löytynyt kuin yksittäisiä, ja niiden jokaisen ollessa räätälöity tutkimuksen tilanneelle elementti tehtaalle, ei suoranaista tutkimusvertailua ollut saatavilla. Aiheeseen liittyviä tutkimuksia pystyi pienessä määrin hyödyntämään vertailu- ja soveltamistasolla omassa opinnäytetyössä.

Pohtiessani työn etenemistä, mielestäni olisi voinut ollut tarpeen pyytää enemmän opinnäytetyön rajaukseen liittyvää ohjausta, omatoimisuuden sijaan. Koko projektin ajan yhteydenpito oppilaitoksen yhteyshenkilöiden, kuin myös työn tilaajan kanssa on ollut helppoa, viiveetöntä ja vaivatonta, joten senkin puolesta ohjauksen kysyminen pienellä kynnyksellä olisi ollut jopa suotavaa. Otankin tämän oppimisprosessin aikana havaitun heikkouden ammatillisena kasvuna ja voimaannuttavana tekijänä, sekä pyrin valjastamaan sen työelämän valmiudeksi ja vahvuudeksi. Työ antoi myös perspektiiviä siitä, kuinka aikaa vievää tutkimustyön tekeminen onkaan ja kuinka paljon se vaatii yhdeltä henkilöltä resursseja ja ajatustyötä.

Kuten jo aikaisemmin kävi ilmi, jokainen opinnäytetyön tuloksena tullut kehitysehdotus kaipaa lisää kriittistä tarkastelua ja jatkotutkimusta, jotta se soveltuvuus tarkasteltavaan ympäristöön on mahdollinen. Yksi työn epäonnistumisista oli yhden toimitusketjussa toimivan tahon kysely- ja haastatteluvastausten puuttuminen, joten varsin mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe olisi yleisellä tasolla; mikä selittää haluttomuuden kehittää omaa ja sidosryhmien välistä päivittäistä toimintaa ja yhteistyötä parempaan suuntaan. Toinen opinnäytetyössä vastaan tullut ongelmakohta, johon ei löytynyt tutkimuspohjaista vertailukohtaa olisi: Ontelolaattatuotanto; Eri valuaikatauluilla valmistuvien nippujen koordinointi ja valuohjelmien optimointi.

## LÄHTEET

- Ahola, Kalle 2015. Viivakoodijärjestelmän käyttöönoton tutkiminen Aspocompin materiaalivirrassa. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015052710543>. Viitattu 28.8.2024.
- Aholaakko, Paavo 2021. Ontelolaattojen raudoitus suunnittelu natiivimallista Tekla Structures-ohjelmalla. Opinnäytetyö. Tekniikan ja liiketeen rakennustekniikan ala tutkinto-ohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021053112583>.
- Ahtiainen, Jarkko 2024. Elementtikuorman purkautuminen syväkuormaustaunusta. 6.5.2024. Siilinjärvi: Jarkko Ahtiaisen kokoelmat.
- Ahtiainen, Jarkko 2024. Kuvaleike AutoCAD®-suunnitteluohjelmasta: Siilinjärven Lujabetonin tehdaskartta. Kuvaleike 28.8.2024. Jarkko Ahtiaisen kokoelmat.
- Ahtiainen, Jarkko 2024. Kuvaleike AutoCAD®-suunnitteluohjelmasta: Ontelolaattojen varastointialue tehdaskartalla. Kuvaleike 28.8.2024. Jarkko Ahtiaisen kokoelmat.
- Ahtiainen, Jarkko 2024. Lujabetonin koillinen varastoalue. 9.9.2024. Siilinjärvi: Jarkko Ahtiaisen kokoelmat.
- Ahtiainen, Jarkko 2024. Ontelolaattojen pääasiallinen varastointialue 30.5.2024. Jarkko Ahtiaisen kokoelmat.
- Betonikeskus Ry. 2008. Betonielementtien kuljetus-kuljettajan opas. PDF-dokumentti. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/toimitus/elementtienkuljetus>. Viitattu 30.8.2023.
- Betoniteollisuus Ry 2012. Pdf-tiedosto. Julkaistu 21.5.2012. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23859/Ontelolaatatosten%20suunnitteluohje.pdf>. Viitattu 25.8.2023.
- Betonitieto Julkaisuaika tuntematon. Työturvallisuus tehtaalla. Verkojulkaisu. <https://www.betonitieto.fi/betoniteollisuus/valmisbetoni/tyoturvallisuus/tyoturvallisuus-tehtaalla.html>. Viitattu 27.8.2024.
- Elementtisuunnittelu 2020. Valmisosarakentaminen, elementtirakentamisen historia. Verkojulkaisu. Päivitetty 23.09.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>. Viitattu 24.8.2023.
- Elementtisuunnittelu 2023. runkorakenteet/laatat/ontelolaatat. Verkojulkaisu. Päivitetty 6.6.2023 <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>. Viitattu 24.8.2023.
- Era, Harri 2022. Toimitusketjun ja logistiikan hallinta - Supply Chain Management, SCM. Fellowmind blogi. <https://www.fellowmind.com/fi-fi/ajankohtaista/toimitusketjun-ja-logistiikan-hallinta-supply-chain-management-scm/>. Viitattu 28.8.2024.
- Forecon 2017. Tehdäänkö rakennukset betonista, puusta vai teräksestä. Verkojulkaisu. Päivitetty 12.10.2017. <https://www.forecon.fi/tehdäänkö-rakennukset-betonista-puusta-vai-teräksestä/>. Viitattu 28.12.2023.
- Kallonen, Tommi 2006. RFID-tekniikan käyttö betonielementtien tunnistamiseen. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tietotekniikan osasto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20071061>. Viitattu 28.8.2024.
- Kasper, Mirka 2014. Palvelun laatukokemus: asiakkaan kokeman palvelun laadun kartoittaminen rakennusalan yrityksen asiakaspalveluprosessista. Palvelujen tuottaminen ja johtaminen. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405198574>. Viitattu 5.8.2024.

Koivula, Tomi 2023. Ontelolaattojen varastointitapojen vertailu: Tapaustutkimus. Diplomityö. Tietojohdamisen DI-ohjelma. Tampereen yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202305105589>. Viitattu 9.8.2024.

Larvanto, Jarkko 2013. Palvelun laatu yrityksen menestystekijänä : Asiakkaan kokeman palvelun laadun vaikutus Word of Mouthiin. Opinnäytetyö. Yritystoiminnan kehittämisen koulutusohjelma Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013121721483>. Viitattu 1.7.2024.

Logistiikanmaailma 2023. Mitat, painot ja yhdistelmätyypit. Verkkojulkaisu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/mitat-ja-painot/>. Viitattu 29.8.2023.

Logistiikanmaailma, Julkaisuaika tuntematon. Logistiikka ja toimitusketju. verkkojulkaisu <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/>. Viitattu 9.9.2024

Logistiikanmaailma, Julkaisuaika tuntematon. toimitusketjun kehittäminen. Verkkojulkaisu. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/toimitusketjun-kehittaminen/>. Viitattu 29.8.2024.

Luja Historia, julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.luja.fi/yritys/historia/>. Viitattu 28.11.2023.

Luja julkaisuaika tuntematon. Sahaus- ja purkutyöohje ontelolaatat. Pdf-tiedosto. Lujabetonin tietokanta. Pääsy vaatii kirjautumisen. Julkaistu 18.12.2023. [https://lujafi.sharepoint.com/:b:/r/sites/LB\\_Elementtiyksikko/Jaetut%20asiakirjat/Ty%C3%B6ohjeet/Ontelolaatta/Sahaus-%20ja%20purkuty%C3%B6ohje%20ontelolaatat.pdf?csf=1&web=1&e=XqcYSB](https://lujafi.sharepoint.com/:b:/r/sites/LB_Elementtiyksikko/Jaetut%20asiakirjat/Ty%C3%B6ohjeet/Ontelolaatta/Sahaus-%20ja%20purkuty%C3%B6ohje%20ontelolaatat.pdf?csf=1&web=1&e=XqcYSB). Viitattu 18.1.2024.

Luja, Arvot ja etiikka, julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://www.luja.fi/yritys/arvot-ja-etikka/>. Viitattu 3.7.2024.

Lujabetoni 2020. Ontelolaattojen suunnitteluohje. Pdf-tiedosto. Julkaistu 25.8.2020. <https://www.luja.fi/app/uploads/sites/2/2020/09/Luja-ontelolaattojen-suunnitteluohje-2020.pdf>. Viitattu 27.8.2023.

Lujabetoni 2021. Ontelolaattojen asennusohje. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2/2021. <https://lujabetoni.fi/app/uploads/sites/2/2021/09/Luja-ontelolaatat-asennusohje.pdf>. Viitattu 26.8.2023.

Lujabetoni 2022. Varastointiohje betonielementit 2022. Pdf-tiedosto. Lujabetonin tietokanta. Pääsy vaatii kirjautumisen. Julkaistu 18.12.2023. <https://lujafi.sharepoint.com/Varastointiohje%20tehtaalla%20ontelolaatat.pdf>. Viitattu 18.1.2024.

Lujabetoni, julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://lujabetoni.fi/yritys/tehdasverkosto/siilinjarvi/>. Viitattu 31.8.2023.

Lujabetoni, TJR tapaukset ja kuvat. Lujabetonin tietokanta. Pääsy vaatii sisäänkirjautumisen.

Lujabetoni. Tehdasverkosto. julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://lujabetoni.fi/yritys/tehdasverkosto/siilinjarvi/>. Viitattu 31.8.2023.

Lujabetonin tietokanta. Pääsy vaatii kirjautumisen. Viitattu 30.8.2023.

Manelius, Mikko 2020. Alamiehenä työskentely on yksi työmaan tärkeimmistä tehtävistä. Alertum blogi. <https://www.alertum.fi/blogit/alamiehena-tyoskentely-on-yksi-tyomaan-tarkeimmista-tehtavista/>. Viitattu 5.9.2024.

Pakkanen, Tiina 2022. Betonielementtien turvallinen kuljettaminen. Opinnäytetyö. Liiketalouden ammattikorkeakoulututkinto. Kaakkois-suomen ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022112824425>. Viitattu 1.7.2024.

Saastamoinen, Pauli 2014. Lean-ajattelu ja sen soveltaminen elementtien toimitusketjun tehostamisessa. Opinnäytetyö. Rakennustekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405076369>. Viitattu 10.8.2024.

Tabell, Risto 2023. Vuorovaikutusosaaminen rakennusliikkeen työnjohtajien työssä: pitää oppia tuntemaan ihminen ja lukea ihmistä. Ei se ihan yksinkertainen asia ole. Opinnäytetyö. Tekniikan ja liikenteen ala, Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023051210305>. Viitattu 12.8.2024.

Tilastokeskus, julkaisuaika tuntematon. Käsitteet. Verkojulkaisu. [https://stat.fi/meta/kas/kvalit\\_tutkimus.html](https://stat.fi/meta/kas/kvalit_tutkimus.html). Viitattu 12.8.2024.

Työterveyslaitos 2024. Työterveyslaitos, työelämätiето, työturvallisuus. Verkojulkaisu. <https://tyoelamatieto.fi> päivitetty 2024. <https://tyoelamatieto.fi/fi/teemat/tyoturvallisuus>. Viitattu 1.7.2024.

Työturvallisuuslaki 738/2002. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P8>. Viitattu 1.7.2024.

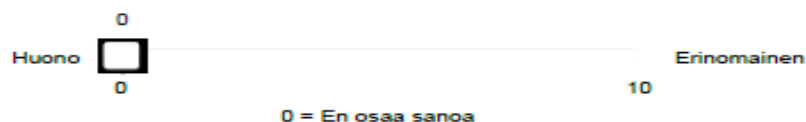
Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205#L13>. Viitattu 1.7.2024.

Välimaa, Nina 2013. Palvelun laadun tutkimus Hyvinvointicenterille. Opinnäytetyö. Liiketalouden koulutusohjelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013052811422>. Viitattu 5.8.2024.

## LIITE 1: VERKKOKYSELYLOMAKE TYÖMAILLE



Millä tasolla mielestänne on Siilinjärven Lujabetonilta toimitettavien elementtien kuljetus- ja toimitusprosessi?



Mikä on mielestänne SUURIN ongelmakohta elementtien toimitusprosessissa?

---



---

Millä tasolla mielestänne Siilinjärven elementtitehtaan kuljetusjärjestely on?

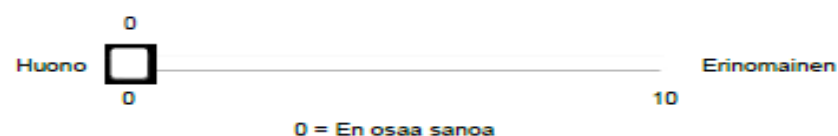


Onko Siilinjärven Lujabetonin kuljetusjärjestelyssä mielestänne jotain kehitettävää?

Yhteydenpito, kommunikointi, tilauksien kuittaus, aikataulut?  
Olitteko tyytyväinen saamaanne palveluun? yms..

---

Millä tasolla mielestänne elementtirekkojen kuljettajien toiminta on työmaalla?



Mitä kehitettävää olisi mielestäsi kuljetusliikkeiden ( kuljettajien ) toiminnassa?

---



---



---

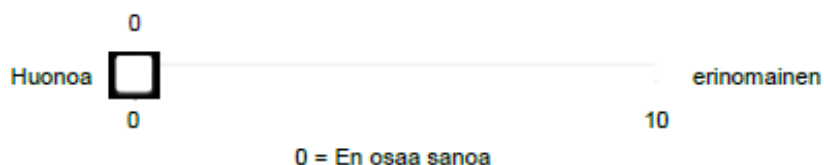
Mitä muuta kehitettävää elementtien toimituksiin liittyen, vapaa sana.

---

## LIITE 2: VERKKOKYSELYLOMAKE KULJETUSLIIKKEILLE



Millä tasolla mielestäsi yleinen toiminta on Siilinjärven Lujabetonin elementtitehtaalla?



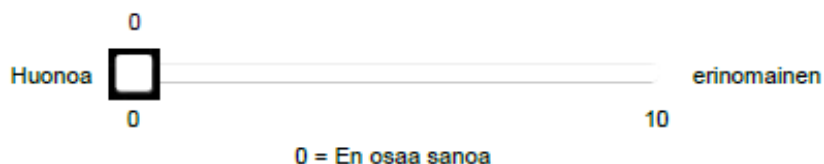
Onko tehtaan toimintatavoissa mielestäsi jotain kehitettävää? Mitä?

---



---

Millä tasolla mielestänne Siilinjärven elementtitehtaan kuljetusjärjestely ja kuormasuunnittelu ovat?



Mitä kehitettävää kuljetusjärjestelyn ja kuormasuunnittelun osalta?

---



---

Kuinka toimivaksi koet lastausprosessin hakiessasi elementtejä Siilinjärven  
Lujabetonin tehtaalta?



Onko mielestänne tehtaan lastaus- ja varastointi toiminnassa mielestänne jotain  
kehitettävää? Mitä?

(Huom. sivulla 2 kysymys, joka koskee ontelolaattojen varastointia ja lastausta)

---



---

Ontelolaatat vaativat tehtaan varastokapasiteetista suurimman alueen.

Millä tasolla mielestäsi ontelolaattojen varastointi ja lastaus on Siilinjärven

Lujabetonin elementtitehtaalla?



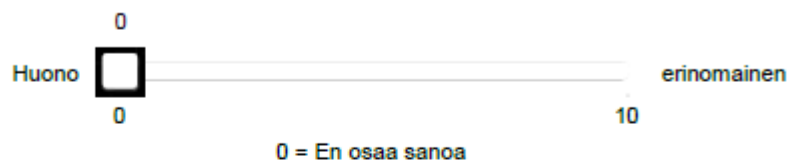
Mitä muuta kehitettävää elementtien lastaus- ja toimitusprosessiin liittyen? Mikä  
on SUURIN ongelmakohta?

---



---

Millä tasolla mielestäsi toiminta on työmailla, joihinkä elementtejä toimitatte?



Mitä kehitystä kaipaisit työmailta ( vastaanotto, purkupaikat, kommunikointi  
tms. )

---

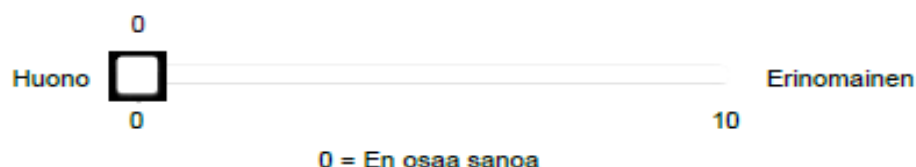


---

## LIITE 3: VERKKOKYSELYLOMAKE PIHAURAKOITSIJALLE



Millä tasolla mielestäsi yleinen toiminta on Siilinjärven Lujabetonin elementtitehtaalla?



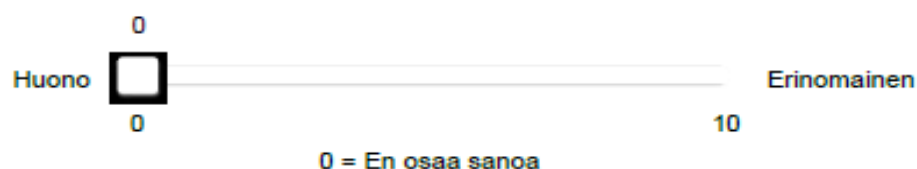
Onko tehtaan toimintatavoissa mielestäsi jotain kehitettävää? Mitä?

---



---

Millä tasolla mielestänne Siilinjärven elementtitehtaan kuljetusjärjestely ja kuormasuunnittelu ovat?



Mitä kehitettävää mielestäsi olisi kuljetusjärjestelyn ja kuormasuunnittelun osalta?

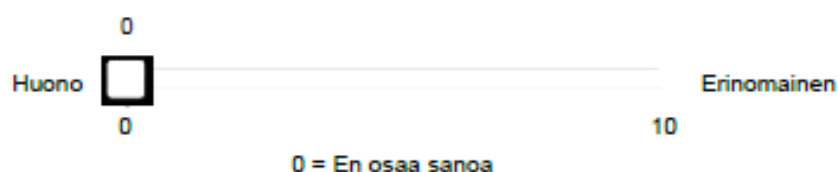
---



---

Ontelolaatat vaativat tehtaan varastokapasiteetista suurimman alueen.

Millä tasolla mielestäsi ontelolaattojen varastointi on Siilinjärven Lujabetonin elementtitehtaalla?





Kuinka kehittäisit ontelolaattojen varastointia tehtaalla?

---



---

Millä tasolla mielestäsi kuljetusliikkeiden (kuljettajien) toiminta on tehtaalla?



Onko kuljetusliikkeiden (kuljettajien) toiminnassa mielestäsi jotain kehitettävää?

Mitä?

---



---

Mitä muuta kehitettävää elementtien varastointi- ja toimitusprosessiin liittyen?

Mikä on SUURIN ongelmakohta?

---



---

## LIITE 4: ANALYYSITÄULUKKO TYÖMAAT LUOTTAMUKSELLINEN

## LIITE 5: ANALYYSITÄULUKKO PIHAURAKOITSIJA LUOTTAMUKSELLINEN

## LIITE 6 ANALYYSITÄULUKKO TJR PALAUTTEET JA REKLAMAATIOT LUOTTAMUKSELLINEN